Economic Council
of Canada

Conseil économique
du Canada

Working Paper
Document de travail

92-04902/

Document de travail n° 6

La participation du Canada à la Deuxième Enquête internationale sur les mathématiques

David F. Robitaille

1990

ISSN 1180-3495

La participation du Canada à la Deuxième Enquête internationale sur les mathématiques

Les résultats de cette étude demeurent l'entière responsabilité de l'auteur et, en tant que tels, n'ont pas reçu l'adhésion des membres du Conseil économique du Canada.

Table des matières

Avant-propos vii

Introduction 1
Justification d'une enquête internationale sur les mathématiques 2
Principes de l'enquête 3
Participation à l'enquête 3

Méthodologie 5
Échantillonnage 5
Méthodes et instruments d'enquête 6

Résultats au niveau de l'établissement scolaire et du système d'éducation 7
Population A 7
Population B 10

Résultats au niveau de la classe ou de l'enseignant 14
Prédominance de l'enseignement magistral 14
Causes d'échec chez les élèves 15
Sections de niveaux différents 16

Résultats au niveau de l'élève 17
Élèves de la population A 18
Élèves de la population B 25
Sexe 31
Niveau d'études visé 32

Résultats d'une autre enquête internationale 32

Enseignements à tirer de l'enquête 34
Nécessité d'une participation véritablement canadienne 34
Différences selon le sexe 35
Incidence de la technologie 35
Objectifs du programme de mathématiques 36

Recrutement et compétence des professeurs 37
Performance des élèves 37

Conclusions sur le plan des politiques **38**
Appui national à la recherche pédagogique 38
Taux de participation 39
Différences selon le sexe 40
Rôle de la technologie 40
Performance des élèves 41
Personnel enseignant 42
Regroupement des élèves selon leurs capacités 42

Conclusion **43**

Liste des tableaux, graphiques et figure **45**

Bibliographie **47**

Avant-propos

Face à une concurrence de plus en plus vive sur les marchés mondiaux, le Canada doit faire fond, pour améliorer sa productivité, sur le progrès technologique et sur l'acquisition des compétences exigées par une économie de plus en plus axée sur la connaissance. L'éducation et la formation constituent donc les fondements de toute stratégie de développement économique à long terme. C'est pourquoi le Conseil économique du Canada a décidé d'entreprendre sur cette question complexe et controversée une étude qui sera terminée à la fin de 1991. L'analyse portera sur divers points concernant la qualité du système d'éducation et de formation, et la bonne utilisation des ressources qui lui sont affectées.

La comparaison entre les résultats obtenus par les élèves canadiens et par leurs homologues d'autres pays a tout particulièrement retenu l'attention du public. Dans la présente étude, David Robitaille, de l'Université de la Colombie-Britannique, examine le niveau atteint en mathématiques. De son côté, Robert Crocker, de l'Université Memorial, a analysé les résultats obtenus dans les matières scientifiques dans une étude parallèle intitulée « Science achievement in Canadian schools: National and international comparisons ». Ces auteurs interprètent les comparaisons internationales du point de vue canadien, en extraient les principales conclusions et indiquent quels enseignements doivent en être tirés sur le plan des politiques.

Judith Maxwell
Présidente

Introduction

Ces dernières années, les analyses comparatives du rendement des différents systèmes d'éducation ont suscité un vif intérêt. C'est ainsi, par exemple, que le magazine *Time* publiait dans son numéro du 18 septembre 1989 un article consacré aux résultats d'une étude internationale comparant les niveaux en sciences et en mathématiques des jeunes de 13 ans. Comme c'est souvent le cas, les auteurs de l'article décrivaient la situation prévalant aux États-Unis en ce qui concerne l'enseignement des sciences et des mathématiques d'une manière très émotionnelle, utilisant des termes tels que « crise », « programmes dépassés » et « menaces à l'égard de la suprématie américaine ».

Les comparaisons internationales portant sur les résultats scolaires constituent un aspect relativement nouveau de la recherche pédagogique, et certains les ont critiquées, affirmant qu'elles avaient pour faiblesse fondamentale de « comparer l'incomparable », selon l'expression de Torsten Husén, spécialiste suédois bien connu. Les résultats scolaires, aux multiples aspects, sont le fruit de l'interaction d'une foule de facteurs, échappant pour la plupart au contrôle de l'école, qui se prêtent mal à la codification et à la quantification exigées par les modèles actuels de recherche.

Les partisans de ce genre de comparaisons affirment, pour leur part, que les bénéfices à en attendre sont considérables et que les informations qu'elles peuvent fournir sont suffisamment importantes pour justifier leur réalisation. L'étude comparative des programmes d'enseignement, des méthodes pédagogiques et des résultats scolaires aide les responsables de l'enseignement des pays participants à se situer dans un contexte plus vaste et leur offre des exemples de solutions de rechange. Alors que des expériences soigneusement contrôlées visant à comparer l'efficacité des différents programmes d'études, méthodes pédagogiques et régimes administratifs peuvent se révéler d'un coût prohibitif, en temps comme en argent, ou avoir des effets imprévisibles sur les études des jeunes concernés, la recherche comparative offre un moyen commode d'obtenir les informations nécessaires. Dans ce genre d'études, le monde constitue un laboratoire pédagogique où l'on peut observer les effets de presque toutes les variables de quelque importance sur les différents systèmes d'éducation.

La première étude internationale des résultats scolaires a été effectuée au milieu des années 60 par un groupement de centres de recherche pédagogique qui venait de se former, l'Association internationale pour l'évaluation du rendement scolaire. Dans les 35 années qui ont suivi, l'Association a réalisé plusieurs enquêtes d'importance capitale sur les pratiques et les résultats scolaires. La première enquête sur les mathématiques [Husén, 1967] a ainsi été suivie d'autres enquêtes portant respectivement sur six matières [Peaker, 1975], sur les mathématiques (Deuxième Enquête internationale [Robitaille et Garden, 1989]), sur la rédaction [Gorman et collab., 1988], sur la classe

[Ryan et Anderson, 1984] et sur les sciences (Deuxième Enquête internationale [Association internationale pour l'évaluation du rendement scolaire, 1988]).

Au cours de son assemblée générale d'août 1989, l'Association a adopté une proposition visant à réaliser une troisième enquête sur les mathématiques durant l'année scolaire 1993-1994, et une trentaine d'organismes membres se sont montrés intéressés par une participation à ce projet. Le centre de coordination international de cette troisième enquête sera installé à la Faculté d'éducation de l'Université de la Colombie-Britannique, sous la direction de l'auteur de la présente étude.

Justification d'une enquête internationale sur les mathématiques

Dans le monde entier, les responsables de l'éducation attachent une grande importance à l'enseignement et à l'assimilation des mathématiques, et ils affectent chaque année des ressources considérables au maintien et à l'amélioration de l'efficacité de cet enseignement. Les mathématiques sont censées contribuer au développement intellectuel général des élèves, préparer ceux-ci à tenir leur place de citoyens bien informés dans la société contemporaine et leur faire acquérir les connaissances et les compétences nécessaires pour réussir dans le commerce ou l'industrie, ou encore dans les domaines de la technologie et des sciences.

Partout dans le monde, les mathématiques occupent une place centrale dans les programmes d'enseignement. On estime que dans la plupart des pays leur étude occupe de 12 à 15 % des heures de classe. Les seules autres disciplines auxquelles on consacre autant de temps sont celles qui sont associées à la langue maternelle et à la lecture. Dans le rapport du comité Cockroft, *Mathematics Counts* [1982], le rôle particulier des mathématiques dans les programmes d'études du Royaume-Uni est décrit en ces termes :

> L'une des grandes raisons de l'enseignement des mathématiques réside dans leur importance et leur utilité pour de nombreuses autres disciplines. Elles jouent un rôle fondamental dans l'étude des sciences physiques et des différentes branches du génie. On les utilise de plus en plus en médecine et en biologie, en géographie et en économique, dans l'étude des affaires et de l'administration. Des bureaux aux ateliers, elles tiennent une place essentielle dans l'industrie et le commerce.

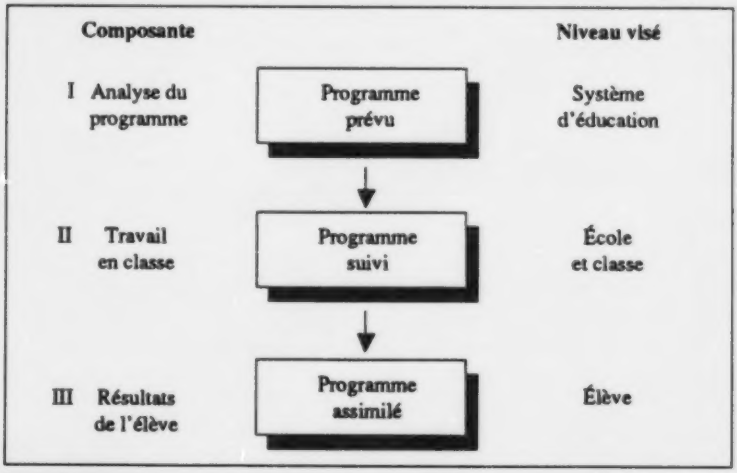
Outre ces considérations pratiques, on estime généralement que les mathématiques permettent de s'initier à la précision, à l'abstraction et à l'élégance de la pensée. Enfin, même s'il est difficile d'analyser, et encore plus de mesurer, les effets des mathématiques sur le développement intellectuel général d'un élève, leur étude est universellement tenue pour élargir et affûter les capacités intellectuelles.

Principes de l'enquête

La Deuxième Enquête internationale sur les mathématiques portait sur trois grands points : le programme de mathématiques, la manière dont les mathématiques sont enseignées et les résultats réels de l'enseignement selon le niveau atteint par les élèves et l'attitude de ceux-ci. Elle a par conséquent été conçue comme un examen du programme de mathématiques aux trois niveaux suivants : le *programme prévu* par les autorités nationales ou les responsables du système d'éducation; le *programme suivi*, qui correspond au précédent interprété et mis en œuvre par les enseignants à l'usage de leurs propres élèves; le *programme assimilé*, qui représente la part du programme prévu dont l'attitude et les résultats des élèves montrent qu'ils l'ont effectivement absorbée. La figure 1 résume ce cadre d'étude.

Figure 1

Cadre de la Deuxième Enquête internationale sur les mathématiques



Participation à l'enquête

L'Association internationale pour l'évaluation du rendement scolaire regroupe des centres de recherche qui se sont associés afin de réaliser en matière d'éducation des études comparatives qui portent habituellement sur les résultats scolaires et la pratique de l'enseignement. Elle compte actuellement une cinquantaine de membres appartenant à un grand nombre de pays industrialisés, deux pays socialistes et plusieurs pays en développement. Chaque membre décide librement de sa participation aux projets de l'Association, ce qui limite la représentativité des participants. Bien que des organismes de

plus de 20 pays aient pris part à la Deuxième Enquête internationale sur les mathématiques, on ne peut les considérer ni comme un échantillon représentatif ni comme un échantillon aléatoire des systèmes d'éducation du monde.

La participation du Canada aux travaux de l'Association se complique du fait que le pays est dépourvu de tout organisme national qui aurait pour mandat de mener des recherches sur l'éducation à l'échelle fédérale. D'autres pays où l'éducation est du ressort de l'État ou de la province – par exemple, l'Australie et les États-Unis – se sont dotés d'institutions ou d'arrangements spéciaux facilitant leur participation nationale à de tels projets. Le Conseil des ministres de l'Éducation du Canada pourrait sans doute jouer ce rôle s'il le voulait, mais il n'en a pas manifesté l'intention jusqu'à présent.

À l'heure actuelle, divers organismes des provinces de la Colombie-Britannique, de l'Ontario et du Québec sont membres de l'Association. En ce qui concerne la Colombie-Britannique, il s'agit du ministère de l'Éducation. Pour l'Ontario et le Québec, l'organisme membre appartient à l'une des universités provinciales : c'est l'Institut d'études pédagogiques de l'Ontario dans le premier cas, la Faculté des sciences de l'éducation de l'Université du Québec à Montréal dans le deuxième.

La Colombie-Britannique et l'Ontario ont participé à la deuxième enquête sur les mathématiques, mais non le Québec, qui à cette date n'appartenait pas à l'organisation. On espère pouvoir organiser une participation canadienne à la troisième enquête selon les modalités suivantes : chaque province présenterait un relevé des résultats de ses propres élèves, mais des données relatives à l'ensemble du Canada seraient fournies pour les rapports internationaux du projet.

Les organismes qui ont participé à la Deuxième Enquête internationale sur les mathématiques, ou du moins à certains aspects de celle-ci, appartiennent aux pays suivants :

Australie	Irlande
Belgique (flamande)	Israël
Belgique (francophone)	Japon
Canada (Colombie-Britannique)	Luxembourg
Canada (Ontario)	Pays-Bas
Chili	Nouvelle-Zélande
Angleterre	Nigeria
et pays de Galles	Écosse
Finlande	Swaziland
France	Suède
Hongkong	Thaïlande
Hongrie	États-Unis

Cette liste inclut plusieurs pays dont le cas présente un intérêt particulier pour les Canadiens en raison de la similitude de leurs systèmes d'éducation ou de leurs traditions culturelles, de leur importance politique ou économique pour le Canada, ou de leur réputation d'excellence en matière d'enseignement. Afin de rendre plus compréhensibles – et, espérons-le, plus utiles – les analyses et l'interprétation des résultats, nous avons borné le présent document à l'examen d'un sous-ensemble de participants jugés répondre à un ou plusieurs de ces critères. Il comprend, outre deux provinces du Canada (la Colombie-Britannique et l'Ontario), l'Angleterre et le pays de Galles, la France, le Japon, la Nouvelle-Zélande, la Suède et les États-Unis.

Méthodologie

Dans cette partie, nous décrirons brièvement les techniques utilisées pour constituer les échantillons nationaux de l'enquête, ainsi que les instruments mis au point pour celle-ci. On trouvera plus de précisions à ce sujet dans les rapports internationaux.

Échantillonnage

Deux populations d'élèves (populations A et B) ont été identifiées comme sujets de l'étude. Leur définition internationale était la suivante :

Population A : Tous les élèves se trouvant dans l'année d'études où la majorité des élèves ont atteint l'âge de 13 à 13 ans 11 mois au milieu de l'année scolaire.

Population B : Tous les élèves se trouvant dans l'année d'études qui constitue normalement l'année terminale de l'enseignement secondaire et dont le programme scolaire fait une place substantielle à l'étude des mathématiques.

Ces populations ont été choisies de manière à correspondre aux points-seuils des systèmes d'éducation de la plupart des pays participants. Dans presque tous ces pays, la quasi-totalité des jeunes de 13 ans vont encore à l'école et étudient les mathématiques. Les élèves peuvent avoir été répartis entre différents programmes en fonction de leurs résultats scolaires et de leurs plans d'avenir, ou une évaluation de leurs aptitudes scolaires peut avoir été effectuée, mais ce genre de différenciation ne se pratique pas partout à ce niveau. En France et au Japon, par exemple, tous les élèves de la population A suivent pour l'essentiel le même programme. Aux États-Unis, au contraire, ils sont répartis entre quatre programmes de mathématiques bien distincts : algèbre, programme enrichi, programme ordinaire et rattrapage.

Les méthodes d'échantillonnage ont été conçues en fonction de deux grands objectifs. Premièrement, il fallait choisir les échantillons de manière à pouvoir estimer avec un degré de précision raisonnable les paramètres démographiques. Deuxièmement, ces échantillons devaient permettre une comparaison des paramètres des différents pays à partir de renseignements de base appropriés. L'Association internationale pour l'évaluation du rendement scolaire a désigné, comme pour toutes ses enquêtes, un arbitre international de l'échantillonnage chargé de superviser la constitution des échantillons et de veiller à ce qu'ils présentent le degré de comparabilité voulu. On trouvera dans Garden [1987] des précisions quant à la stratégie d'échantillonnage adoptée par chaque participant.

Méthodes et instruments d'enquête

Pour la Deuxième Enquête internationale sur les mathématiques comme pour les autres projets de l'Association, des techniques d'enquête classiques ont été utilisées pour la collecte des données. Tous les questionnaires, tests, opinionaires et échelles d'attitudes ont été élaborés spécialement par des spécialistes des pays participants. Les données ont été recueillies au cours de l'année scolaire 1981-1982, sauf en Colombie-Britannique et au Japon où elles l'avaient été l'année précédente.

Un certain nombre de participants souhaitaient profiter de l'enquête pour examiner la nature et l'importance des liens entre les méthodes d'enseignement, d'une part, et l'attitude et les résultats des élèves, d'autre part. Tous ne partageaient cependant pas cet intérêt, ce qui a amené à scinder le projet en deux études, transversale et longitudinale. Pour l'étude longitudinale, les élèves ont été soumis à des tests et à des questionnaires au début et à la fin de l'année scolaire. En outre, leurs professeurs ont été priés, dans le courant de l'année scolaire, de remplir plusieurs questionnaires très détaillés portant, entre autres, sur leurs méthodes d'enseignement. Pour l'étude transversale, une seule série de tests et de questionnaires a été administrée aux élèves et aux professeurs à la fin de l'année scolaire.

On a eu recours aux sources de données suivantes :

1 Des questionnaires d'étude de cas ont été remplis dans chaque centre national afin de fournir des renseignements de base sur le système d'éducation. Ils comprenaient une évaluation du caractère approprié ou non de chaque point des tests utilisés en ce qui concernait les élèves de ce système.

2 Les autorités scolaires ont répondu à des questionnaires portant sur les caractéristiques de leurs établissements et de leurs professeurs, sur les programmes de mathématiques offerts dans leurs établissements, ainsi que sur

les politiques scolaires et ministérielles pouvant influer sur l'enseignement des mathématiques.

3 Les professeurs ont rempli des questionnaires visant à fournir des renseignements de base sur leur expérience, leur formation, leurs titres de compétence, leurs convictions et leur attitude. L'étude longitudinale comprenait des questionnaires supplémentaires destinés à recueillir des renseignements sur les méthodes d'enseignement, l'idée que les répondants se faisaient d'un enseignement efficace et les techniques particulières utilisées par les professeurs pour un certain nombre de questions.

4 Les professeurs devaient indiquer si leurs élèves avaient eu la possibilité d'acquérir les connaissances mathématiques nécessaires pour répondre à chaque point des tests d'évaluation en suivant les cours de l'année ou d'une année antérieure, ou encore pas du tout. C'est ce que l'Association appelle la « possibilité d'apprendre ».

5 Les élèves ont rempli des questionnaires donnant des renseignements sur des variables telles que le niveau d'études et la profession de leurs parents, le temps qu'ils consacrent aux devoirs et leçons, et leur attitude à l'égard des mathématiques.

6 À la fin de l'année scolaire, les élèves ont passé des tests de connaissances. Pour l'étude longitudinale, des tests préliminaires ont également été administrés au début de l'année scolaire.

Résultats au niveau de l'établissement scolaire et du système d'éducation

La Deuxième Enquête internationale sur les mathématiques a permis de recueillir une masse de données et de dégager de nombreux résultats, dont certains des plus importants vont être passés en revue dans la présente partie de cette étude. Pour ce qui est des leçons à tirer des résultats, il faut se souvenir que les données remontent à plusieurs années et que des changements susceptibles de modifier certains des résultats peuvent s'être déjà produits dans chacun des sytèmes d'éducation concernés. C'est ainsi, par exemple, que depuis la réalisation de l'enquête la Colombie-Britannique a donné suite aux recommandations de la Commission royale d'enquête sur l'éducation [Sullivan, 1988] et que les programmes d'études y ont été complètement réorganisés, du jardin d'enfants à la 12e, selon les indications du rapport de recherche préparé pour la Commission [Robitaille et collab., 1988].

Population A

Le tableau 1 rassemble plusieurs statistiques décrivant la population A. Bien que celles-ci témoignent de plus de similitudes que de différences entre les

systèmes d'éducation, certaines des différences sont assez intéressantes. Les élèves japonais vont en classe six jours par semaine, soit plus de 240 jours par an; ce nombre de jours d'école est nettement supérieur à ceux dont font état tous les autres participants. Le rapport élèves-enseignant est plus élevé au Japon et en Ontario, où il dépasse souvent de plus de 25 % les chiffres recueillis chez les autres participants. Dans le cas de l'Ontario, cela s'explique par le fait que les classes constituant la population A sont des classes primaires. L'important écart-type relevé pour les États-Unis en ce qui concerne cette variable reflète probablement la coexistence dans ce pays de plusieurs régimes administratifs.

Selon le pays, les classes de 8e se trouvent dans les écoles secondaires de premier cycle, dans les écoles moyennes ou même, en certains cas, dans les écoles primaires. En général, le rapport élèves-enseignant est moins élevé dans les écoles secondaires que dans les écoles primaires parce que les premières comptent dans leur effectif des enseignants spécialisés – tels que des bibliothécaires – et des conseillers qui sont inclus dans le calcul de ce rapport.

Dans la plupart des pays, la taille médiane d'une classe de ce niveau varie de 25 à 29 élèves. Les classes suédoises sont beaucoup moins nombreuses que celles des autres pays, et les classes japonaises, beaucoup plus nombreuses. En fait, la taille médiane d'une classe japonaise appartenant à la population A est presque le double de celle d'une classe suédoise.

En Colombie-Britannique et en Ontario, comme aux États-Unis et dans un certain nombre d'autres pays, la population A correspond à la classe de 8e. En Colombie-Britannique et en maints autres endroits, cette classe fait partie

Tableau 1

Structure de la population A

	Jours d'école par année	Pourcentage de mathématiques dans l'horaire	Rapport élèves-enseignant (é.-t.)	Taille de la classe (é.-t.)
Canada (C.-B.)	195	15	16 (3)	27 (5)
Canada (Ont.)	186	15	21 (3)	29 (5)
Angleterre et pays de Galles	192	13	17 (3)	25 (8)
France	185	12	16 (4)	24 (3)
Japon	243	13	22 (5)	39 (6)
Nouvelle-Zélande	190	14	19 (2)	28 (4)
Suède	180	12	12 (2)	20 (6)
États-Unis	180	14	15 (8)	26 (7)

de l'enseignement secondaire. Toutefois, elle constitue normalement en Ontario la dernière classe de l'école primaire. L'une des conséquences en est que, dans cette province, les enseignants de la population A sont moins souvent des spécialistes que ce n'est le cas dans des systèmes d'éducation où la population A appartient à l'enseignement secondaire. Contrairement aux écoles secondaires, les écoles primaires ne sont pas organisées en départements, et presque tous les enseignants de ce niveau doivent enseigner les mathématiques.

Le tableau 2 résume certaines caractéristiques des enseignants de la population A dans plusieurs pays participants. Les données montrent que l'âge moyen et le nombre moyen d'années d'expérience des enseignants en question sont très comparables d'un pays à l'autre. À noter également que les professeurs canadiens et américains assurent un plus grand nombre d'heures d'enseignement par semaine que leurs collègues d'autres nationalités. En certains cas, la différence peut atteindre une heure par jour.

C'est par le pourcentage d'enseignants de la population A désignés comme « pleinement qualifiés » pour enseigner les mathématiques à ce niveau que les systèmes d'éducation se révèlent le plus dissemblables. Les directeurs d'école ou les chefs de département ont fourni ce renseignement en réponse à un point du questionnaire leur demandant d'indiquer quel pourcentage de leurs professeurs de mathématiques de ce niveau étaient « pleinement qualifiés » pour enseigner les mathématiques. L'expression « pleinement qualifiés » n'était pas définie.

Tableau 2

Données relatives aux enseignants de la population A

	Âge moyen des enseignants (é.-t.)	Pourcentage d'enseignants pleinement qualifiés	Années d'expérience (é.-t.)	Horaire hebdomadaire (é.-t.)
				Heures
Canada (C.-B.)	39 (9)	59	14 (9)	21 (3)
Canada (Ont.)	37 (7)	4	15 (8)	21 (7)
Angleterre et pays de Galles	38 (10)	62	12 (9)	19 (4)
France	38 (8)	29	14 (8)	18 (3)
Japon	37 (10)	91	17 (11)	17 (3)
Nouvelle-Zélande	36 (10)	56	10 (9)	19 (4)
Suède	38 (9)	74	12 (9)	16 (3)
États-Unis	39 (10)	63	14 (8)	21 (6)

Le cas du Japon constitue un extrême; en effet, les directeurs d'école y indiquent comme pleinement qualifiés presque tous les professeurs de mathématiques de la population A. Dans la plupart des autres pays, plus de 40 % de ces professeurs sont jugés ne pas avoir tous les titres de compétence voulus. Les pourcentages de professeurs de la population A incomplètement qualifiés dont font état la Colombie-Britannique et l'Ontario sont parmi les plus élevés.

En Ontario, presque aucun des enseignants concernés n'est jugé pleinement qualifié; cela n'a rien d'étonnant, vu que dans cette province la 8e fait normalement partie de l'enseignement primaire. Les enseignants du primaire sont des généralistes qui doivent enseigner à peu près toutes les disciplines. Il est rare qu'une école primaire compte un spécialiste des mathématiques dans son personnel enseignant.

En Colombie-Britannique, les données recueillies indiquent qu'un peu plus de 40 % des professeurs de mathématiques de la population A ne sont pas pleinement qualifiés pour enseigner cette matière au niveau en question. D'autres enquêtes sur les mathématiques réalisées à l'échelle de la province au cours des 12 dernières années ont abouti aux mêmes conclusions, et chaque fois des préoccupations se sont exprimées. Aucune mesure corrective ne semble avoir été prise.

Beaucoup d'enseignants incomplètement qualifiés pour l'enseignement des mathématiques sont sans doute des professeurs d'autres disciplines – sciences, sciences humaines ou éducation physique – qui enseignent les mathématiques dans une ou deux classes de 8e de façon à compléter leur charge d'enseignement. Il est communément admis, quoique sans raison, que presque tout le monde peut enseigner les mathématiques à ce niveau.

Population B

La population B est de structure beaucoup plus complexe que la population A. Dans presque tous les pays, les jeunes parvenus en classe terminale ont été répartis entre divers cours et programmes plus ou moins spécialisés. En outre, les différences entre les programmes sont beaucoup plus marquées à ce niveau. Dans la plupart des pays européens, par exemple, les élèves constituant la population B suivent pendant toute une année un cours de calcul infinitésimal. C'est beaucoup moins souvent le cas au Canada ou aux États-Unis.

Une telle hétérogénéité dans la composition et les programmes de la population B rend très délicate toute comparaison des résultats scolaires. En ce qui concerne cette population, l'enquête se présente avant tout comme une série d'études parallèles visant à fournir la description des différentes formules

possibles à ce niveau. Que l'une de ces formules soit supérieure à toutes les autres, voilà qui dépend d'un ensemble de choix pédagogiques, politiques et économiques à faire en premier lieu.

L'âge et le niveau scolaire des élèves composant la population B varient considérablement d'un pays à l'autre, de même que la proportion d'élèves restés à l'école et suivant des cours de mathématiques d'un certain niveau. En Colombie-Britannique, où un seul cours de mathématiques est offert en 12e, une large proportion des élèves de cette classe a été retenue dans la population B. En Angleterre, par contre, la population B a été définie comme incluant uniquement les élèves qui étudient les mathématiques en deuxième année de la classe de 6e à l'un des niveaux suivants : General Certificate of Education (G.C.E.), niveau avancé (A) ou niveau d'obtention d'une bourse d'études.

Au moment où les données de la Deuxième Enquête internationale sur les mathématiques ont été recueillies, le système d'éducation de l'Ontario comportait deux classes qui auraient pu être incluses dans la population B : la 12e et la 13e. À des fins de comparaison internationale, il a été décidé de retenir les élèves de 13e suivant deux cours de mathématiques, dont un cours de calcul infinitésimal. Cependant, on a également constitué un échantillon parallèle de classes de 12e, de manière à disposer de données sur un ensemble d'élèves très comparable aux échantillons de population B des États-Unis et de la Colombie-Britannique.

On trouvera au tableau 3 quelques précisions sur la composition de la population B dans les différents systèmes d'éducation concernés. La France n'ayant

Tableau 3

Taux de persévérance scolaire – Population B

	Pourcentage de la génération à l'école	Population B en pourcentage des élèves du niveau	Population B en pourcentage du groupe d'âge
Canada (C.-B.)	82	38	30
Canada (Ont., 12e)	74	41	30
Canada (Ont., 13e)	33	55	19
Angleterre et pays de Galles	17	35	6
Japon	92	13	12
Nouvelle-Zélande	17	67	11
Suède	24	50	12
États-Unis	82	15	12

pas participé à l'enquête sur la population B, elle n'a pas été incluse dans cette analyse.

Un exemple permettra de mieux comprendre les données du tableau. Il est indiqué pour la Colombie-Britannique que 82 % de la génération des personnes admissibles vont encore à l'école au niveau de la 12e. Sur ce nombre, 38 % étudient suffisamment les mathématiques pour répondre à la définition de la population B s'appliquant à la province. Le chiffre de la troisième colonne, obtenu en combinant ces deux données, indique que 30 % du groupe d'âge auquel appartient la population B en Colombie-Britannique étudient les mathématiques au niveau requis pour être inclus dans la population B, soit le même pourcentage qu'en Ontario.

Ce tableau révèle des différences considérables entre les systèmes d'éducation. En combinant des taux également élevés de persévérance scolaire et de participation à des cours de mathématiques de niveau supérieur, l'Ontario et la Colombie-Britannique peuvent afficher des chiffres relativement importants dans la troisième colonne. L'Angleterre et la Nouvelle-Zélande, où le taux de persévérance scolaire est très bas, font au contraire état de faibles pourcentages, la première tout particulièrement.

En réalité, la situation est encore plus complexe que ces résultats ne peuvent le montrer. Dans la plupart des pays, notamment, le pourcentage d'élèves suivant un cours quelconque de mathématiques au niveau scolaire correspondant à la population B est sans doute plus élevé que ne l'indique le tableau 3. Par exemple, les taux de participation calculés pour la 13e en Ontario tiennent compte uniquement des élèves qui suivent au moins deux cours de mathématiques de 13e. Beaucoup d'autres suivent probablement un cours de ce niveau, mais nous n'avons aucune donnée à ce sujet. Dans d'autres pays, les élèves peuvent avoir le choix entre divers cours de mathématiques, selon la carrière à laquelle ils se destinent. Cependant, les résultats ne tiennent compte que des élèves qui répondent à la définition de la population B adoptée dans leur pays.

Dans le tableau 3, plusieurs chiffres retiennent l'attention. Au Japon, les classes terminales de l'enseignement secondaire regroupent 92 % du groupe d'âge, c'est-à-dire que 8 % seulement des jeunes ont quitté l'école. En Colombie-Britannique et aux États-Unis, un peu plus de 80 % du groupe d'âge vont encore à l'école, ce qui représente un taux d'abandon scolaire de près de 20 %. Ce taux est un peu plus élevé en Ontario. L'Angleterre et la Nouvelle-Zélande se situent à l'autre extrémité du spectre : moins de 20 % du groupe d'âge y poursuivent leurs études jusqu'à la fin du secondaire.

Le tableau 4 fournit sur la population B d'autres données de base, semblables à celles qui ont été données précédemment pour la population A.

Tableau 4

Structure de la population B

	Jours d'école par année	Pourcentage de mathématiques dans l'horaire	Rapport élèves-enseignant (é.-t.)	Nombre d'élèves par classe (é.-t.)
Canada (C.-B.)	195	19	18 (2)	23 (8)
Canada (Ont.)	186	14	18 (2)	25 (7)
Angleterre et pays de Galles	192	21	17 (3)	10 (5)
Japon	243	20	19 (6)	40 (9)
Nouvelle-Zélande	190	16	19 (6)	16 (5)
Suède	180	17	13 (2)	22 (5)
États-Unis	180	14	19 (5)	22 (10)

Une fois de plus, on constate l'existence de fortes différences entre les systèmes d'éducation. Le Japon présente les classes les plus nombreuses, bien que leur taille varie assez sensiblement, comme l'indique un important écart-type. En Angleterre et au pays de Galles, les classes sont en général très peu

Tableau 5

Données relatives aux enseignants de la population B

	Âge moyen des enseignants (é.-t.)	Pourcentage d'enseignants pleinement qualifiés	Années d'expérience (é.-t.)	Horaire hebdomadaire (é.-t.)	Pourcentage d'hommes
				Heures	
Canada (C.-B.)	42 (9)	68	17 (8)	21 (4)	96
Canada (Ont.)	41 (9)	81	16 (8)	19 (5)	79
Angleterre et pays de Galles	38 (9)	66	14 (9)	19 (4)	65
Japon	41 (10)	97	17 (9)	14 (2)	92
Nouvelle-Zélande	37 (9)	–*	13 (8)	20 (3)	76
Suède	45 (7)	94	18 (8)	14 (3)	80
États-Unis	41 (9)	92	17 (8)	20 (6)	51

*Données non disponibles.

nombreuses : leur taille médiane est seulement de 10 élèves, avec un écart-type de 5. Les classes sont à peu près de même importance chez les trois participants nord-américains : de 20 à 25 élèves.

Le tableau 5 fournit des renseignements sur plusieurs variables concernant les professeurs de la population B dans les systèmes d'éducation concernés. Les professeurs enseignant les mathématiques à ce niveau ont de l'expérience et sont un peu plus âgés que leurs homologues de la population A. Le pourcentage d'enseignants considérés comme pleinement qualifiés est plus important à ce niveau, mais les chiffres dont font état les deux provinces canadiennes à cet égard sont parmi les plus bas.

Les professeurs canadiens font partie de ceux qui doivent assurer le plus grand nombre d'heures de cours chaque semaine. Si l'on rapproche cette donnée du fait, déjà mentionné, que les classes canadiennes se situent parmi les plus nombreuses des pays étudiés, on constate que la charge de travail des professeurs de mathématiques canadiens est plutôt lourde.

Résultats au niveau de la classe ou de l'enseignant

Plusieurs des instruments mis au point pour l'enquête visaient à recueillir auprès des enseignants des informations sur divers aspects concrets de l'enseignement des mathématiques. Certains de ces questionnaires portaient sur des données générales telles que le niveau d'études et la compétence professionnelle des professeurs, leur expérience et les objectifs de leur enseignement des mathématiques. D'autres avaient pour but d'obtenir des professeurs des renseignements très détaillés sur la manière dont ils abordaient des questions particulières.

Tous ces questionnaires ont été remplis par les professeurs enseignant au niveau de la population A dans les huit territoires visés par la composante longitudinale de l'étude, y compris les deux provinces canadiennes et les États-Unis. Les questionnaires correspondants destinés aux professeurs de la population B n'ont été utilisés qu'aux États-Unis et au Canada, et les données qu'ils ont fournies n'ont fait l'objet que de rares analyses. Le reste de cette section sera donc consacré aux résultats obtenus au niveau de la classe pour la population A seulement.

Prédominance de l'enseignement magistral

Plus d'un tiers des professeurs de la population A ayant répondu à l'enquête ont indiqué que les élèves de la classe travaillaient ensemble pendant

la plus grande partie du temps, soit en écoutant le professeur, soit en prenant part à des discussions. Les professeurs de mathématiques ont également déclaré consacrer peu de temps à l'enseignement en petit groupe.

Soixante pour cent des professeurs ont indiqué qu'ils donnaient le même enseignement à tous les élèves, qu'il s'agisse du contenu ou du rythme. En d'autres termes, il n'est guère tenu compte à ce niveau des différences entre élèves. S'ils avaient le choix, ont affirmé les professeurs, ils adapteraient le rythme auquel les différentes questions sont présentées plutôt que le contenu de l'enseignement.

Plusieurs études antérieures portant sur les méthodes employées par les professeurs de mathématiques ont abouti à la conclusion que l'enseignement de cette discipline se faisait essentiellement par cours magistraux, ce qu'est venue confirmer la Deuxième Enquête internationale sur les mathématiques. Les professeurs ont généralement donné des réponses affirmatives aux questions mettant l'accent sur la participation active des élèves au processus éducatif et sur l'efficacité de la manipulation pour l'assimilation de concepts et l'acquisition de connaissances; toutefois, ils ont déclaré par ailleurs mettre rarement ces principes en pratique dans leur enseignement quotidien.

Les raisons de cet écart entre les principes des enseignants et les méthodes qu'ils emploient réellement ne sont pas claires. L'ampleur des programmes et la lourdeur de leur charge d'enseignement leur font peut-être juger qu'ils n'ont pas le temps de mettre en application les méthodes qu'ils tiennent pour les meilleures. Il se peut aussi qu'ils n'y soient tout simplement pas disposés.

Causes d'échec chez les élèves

Une liste de neuf causes possibles de progrès insuffisants de la part des élèves a été présentée aux professeurs qui ont été invités à apprécier l'importance de chacune. Il s'agissait des causes suivantes :

- mauvaise conduite de l'élève;
- inaptitude;
- indifférence ou manque de motivation;
- crainte paralysante des mathématiques;
- absentéisme;
- place insuffisante des mathématiques dans l'horaire scolaire;

- manque de compétence du professeur;
- ressources d'enseignement limitées;
- classes trop nombreuses.

Les professeurs ont indiqué comme causes principales de l'insuffisance des progrès des élèves l'inaptitude et l'indifférence de ceux-ci. Autrement dit, ils considéraient que l'échec en mathématiques tenait avant tout aux élèves eux-mêmes, et non au système ou au comportement de l'enseignant. Les professeurs japonais ont été les seuls à déclarer que leurs propres limites professionnelles jouaient probablement un rôle notable dans ce processus. La taille des classes et les ressources n'étaient pas considérées comme des facteurs importants.

Sections de niveaux différents

Tout système scolaire comporte un processus de sélection de quelque sorte. Dans l'enseignement secondaire, presque toutes les matières deviennent optionnelles à partir d'un certain niveau, c'est-à-dire que les cours ne sont suivis que par les élèves présentant une aptitude ou un intérêt particulier pour cette matière. En certains cas, les élèves et leurs parents ont un choix à faire; dans d'autres, les élèves sont orientés par les professeurs et les conseillers vers certaines matières ou certaines sections de cours, les autres leur étant de fait interdites. Dans la plupart des écoles secondaires canadiennes, on rencontre une combinaison de ces deux approches.

Pour ce qui est des mathématiques, un élève peut avoir le choix entre plusieurs options : cours de rattrapage, cours destinés à des élèves ne prévoyant pas de poursuivre l'étude des mathématiques ou des sciences au niveau postsecondaire, cours renforcés préparant à l'université. La décision de suivre telle ou telle « filière » peut avoir d'importantes conséquences pour l'élève en déterminant les carrières qui lui restent ouvertes.

La question de la répartition des élèves entre différentes sections du même cours, ou entre différents cours, selon une certaine mesure de leur aptitude est très controversée. [Voir, par exemple, Kulik et Kulik, 1982; Goodlad, 1984; Radwanski, 1987; Robitaille et collab., 1988.] En outre, la décision d'orienter un élève vers tel ou tel cours peut avoir d'importantes répercussions sur son avenir. Aux États-Unis, par exemple, on n'autorise qu'une faible proportion des élèves à étudier l'algèbre durant l'année répondant à la définition de la population A [McKnight et collab., 1987], tandis que les autres, c'est-à-dire la grande majorité, doivent attendre l'année suivante. Si les procédures d'orientation vers les différents cours laissent place à l'erreur – et c'est bien

le cas –, beaucoup d'élèves peuvent être injustement écartés de cours accélérés ou préuniversitaires, au détriment de leurs futurs choix de carrières.

Si sérieuses que soient ces préoccupations, et bien que les recherches n'aient pas apporté de justification à cette pratique, les enseignants du Canada et des États-Unis continuent d'insister sur la nécessité de ce genre de sélection. Au moment de l'enquête, la Colombie-Britannique offrait un exemple extrême; dans 70 % de ses écoles, en effet, les élèves de la population A étaient répartis entre différents cours de mathématiques, alors même que les instructions officielles stipulaient expressément que tous les élèves devaient suivre le même programme de mathématiques jusqu'à la fin de la 10e.

L'analyse des résultats des tests de la Deuxième Enquête internationale sur les mathématiques prouve qu'il n'est pas nécessaire de répartir les jeunes de 13 ans entre différents cours de mathématiques pour leur permettre d'obtenir de bons résultats scolaires. Au Japon et en France, les élèves ont très bien réussi les tests de connaissances de l'enquête, alors que les jeunes de ce niveau n'y sont apparemment pas orientés vers des classes ou des programmes différents. Dans ces pays, de même qu'en Ontario, une faible proportion seulement de la variance totale des résultats de tests peut être imputée à des différences entre écoles ou entre classes. Cette variance est presque entièrement attribuable aux différences entre élèves. Aux États-Unis, par contre, plus de 50 % de la variance peut être imputée à des différences entre les écoles ou les classes plutôt qu'entre les élèves. Ces résultats montrent que la répartition des élèves entre différents cours ou programmes est l'une de ces formules que viennent confirmer des effets dus à l'existence même de ces formules.

Résultats au niveau de l'élève

Lorsque la presse rend compte d'enquêtes de ce genre, elle met généralement l'accent sur la compétition entre les nations, et le public cherche toujours à savoir qui est le « gagnant » de cette sorte de « Jeux olympiques ». On peut certes comprendre l'intérêt suscité par cet aspect des études internationales, mais il serait regrettable qu'il retienne trop exclusivement l'attention et que l'essentiel soit passé sous silence.

À certains égards, le nombre de points obtenu aux tests est le moins important des résultats émanant de ces études. Nous savons que les élèves de certains pays obtiennent des notes plus élevées que les élèves canadiens. Cependant, cette information n'a guère d'intérêt, à moins de pouvoir tenir compte de l'influence d'un certain nombre d'importantes variables. Nous devons comprendre que les variables culturelles et sociologiques ont un effet considérable sur la façon d'apprendre et sur les réponses des élèves. Nous devons aussi nous rendre compte que, même s'il est possible d'améliorer les

résultats des élèves en accroissant la pression exercée sur eux pour les inciter à l'excellence, il est des limites que notre société n'est pas prête à franchir. Il importe peut-être plus encore que nous saisissions le rôle capital joué par le programme scolaire. En d'autres termes, ce que les élèves étudient en classe détermine pour une bonne part leurs résultats.

À d'autres égards, cependant, les résultats des tests ont une importance cruciale. Ils nous montrent ce que des élèves peuvent faire lorsqu'ils y sont incités et nous prouvent que les programmes peuvent être conçus de différentes manières. Grâce à eux, nous apprenons quelles connaissances les élèves sont capables d'assimiler et nous obtenons des renseignements utiles pour réviser notre propre programme.

Élèves de la population A

Les élèves qui ont participé à la Deuxième Enquête internationale sur les mathématiques n'ont pas été soumis à un test de type habituel. C'est-à-dire qu'ils n'ont pas tous répondu exactement aux mêmes questions. Au lieu de cela, une vaste liste de questions a été préparée; à partir de celle-ci, on a eu recours à l'échantillonnage matriciel pour composer les questionnaires et les assigner aux élèves. Cinq questionnaires ont été élaborés pour la population A, et l'on a mis au point pour leur administration des procédures visant à assurer que dans une classe donnée chaque question soit posée un nombre de fois suffisant pour permettre une estimation exacte des résultats au niveau de la classe, en ce qui concerne aussi bien cette question que la section du test.

L'élaboration des questions s'est faite en plusieurs étapes dès les débuts de l'étude. En fonction des résultats d'une enquête préliminaire portant sur le programme de mathématiques dans plusieurs systèmes d'éducation, on a mis au point une grille à deux dimensions : le contenu et le comportement cognitif. Pour ce qui est du contenu, cinq matières ont été distinguées : l'arithmétique, l'algèbre, la géométrie, la statistique descriptive et les mesures. En ce qui concerne le comportement cognitif, on a retenu quatre catégories hiérarchisées : le calcul, la compréhension, l'application et l'analyse.

La liste définitive de questions en contenait 157 qui ont été utilisées dans tous les pays participants. Elles se répartissaient de la façon suivante entre les cinq matières : 46 pour l'arithmétique, 30 pour l'algèbre, 39 pour la géométrie, 18 pour la statistique descriptive et 24 pour les mesures. Il faut se garder de tout jugement sur la performance des élèves dans l'un quelconque de ces domaines avant d'avoir examiné la nature des questions. En effet, on pourrait parvenir à des conclusions erronées, par exemple au sujet de l'algèbre, si l'on ne savait pas avec précision quels sujets sont inclus sous ce terme.

On s'est efforcé de faire entrer dans les tests de connaissances autant de questions que possible, de manière à permettre des comparaisons valides entre les résultats de ces tests. Étant donné l'existence de différences considérables entre les systèmes d'éducation pour ce qui est du contenu du programme de mathématiques, il n'a cependant pas été possible de se placer en terrain absolument « neutre ». Même dans les cas où la grande majorité des questions étaient jugées appropriées, il se pouvait fort bien qu'elles laissent de côté d'importants sujets inscrits au programme.

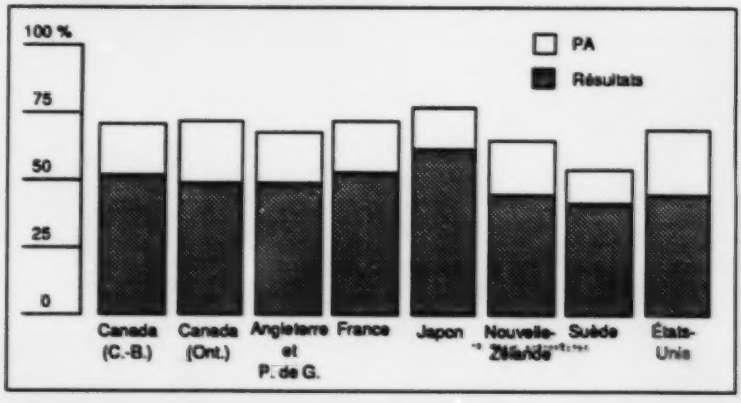
Dans l'exposé qui suit, il est maintes fois question de la *possibilité d'apprendre* (PA). Cette variable, utilisée dans toutes les études de l'Association internationale pour l'évaluation du rendement scolaire, vise à faciliter l'interprétation des résultats des élèves en indiquant quelle proportion des enseignants ont déclaré avoir fait acquérir ou fait revoir aux élèves, au cours de l'année scolaire, les connaissances nécessaires pour répondre correctement à une question donnée. Dans les graphiques suivants, les données relatives à la PA ont été agrégées au niveau de la section de test.

Performance globale

Le graphique 1 représente la performance globale des élèves des huit systèmes d'éducation étudiés, c'est-à-dire leurs résultats pour l'ensemble des 157 questions. Le pourcentage moyen de réponses exactes est de 47 %, ce qui semble indiquer que les élèves ont trouvé les questions plutôt difficiles.

Graphique 1

Performance globale – Population A



Les élèves de certains systèmes d'éducation ont répondu exceptionnellement bien à des questions particulières, mais le cas a été relativement rare. Le pourcentage moyen de réponses exactes ne dépasse 70 % que pour 16 questions – soit 10 % du total –, tandis que pour 13 questions il est inférieur à 25 %.

Le pourcentage de réponses exactes varie de 84 % au maximum, pour une question demandant aux élèves d'estimer la longueur d'un segment en centimètres, à 13 % au minimum, pour une autre qui exigeait qu'ils identifient un vecteur représentant la différence entre deux vecteurs donnés. Pour cette dernière question, les PA sont très faibles dans tous les systèmes d'éducation concernés; la piètre performance des élèves n'est donc pas surprenante.

Parmi les 16 questions les plus faciles (celles pour lesquelles le pourcentage moyen de réponses exactes est le plus élevé), cinq supposaient essentiellement l'application de règles de calcul courantes, comme celles de la multiplication ou de la division de nombres entiers, de fractions et de nombres décimaux. Trois autres portaient sur l'utilisation des unités métriques de mesure, et deux, sur l'aptitude à tirer des informations de graphiques. En général, les questions jugées les plus faciles par les élèves ont été celles qui leur demandaient de reconnaître une définition ou une règle, ou encore d'appliquer une technique de calcul courante.

Des 13 questions les plus difficiles (celles pour lesquelles le pourcentage moyen de réponses exactes est le plus faible), six se trouvaient dans la section du test consacrée à la géométrie, et quatre d'entre elles portaient de manière assez classique sur les transformations géométriques. Les autres questions difficiles demandaient aux étudiants de calculer la superficie et le volume d'un prisme rectangulaire, de trouver le terme manquant d'une proportion, et d'identifier et d'appliquer des propriétés distributives et associatives.

D'une manière générale, à l'exception des questions qui portaient sur les transformations géométriques – pour lesquelles les PA sont indiquées comme très faibles, signe que la matière n'avait pas été enseignée –, les questions jugées plus difficiles exigeaient des élèves qu'ils lisent un texte plus long ou qu'ils résolvent un problème supposant plus que l'application routinière d'une technique ou de règles de calcul courantes. C'est ainsi, par exemple, que des résultats sensiblement différents ont été enregistrés pour deux questions apparemment semblables relatives aux graphiques circulaires. La première, qui consistait pour les élèves à lire des données représentées sur un graphique circulaire, a reçu 79 % de réponses exactes. Pour la deuxième, qui demandait aux élèves de trouver la valeur de l'angle au centre nécessaire pour représenter une certaine quantité sur un graphique circulaire, le pourcentage moyen de réponses exactes n'a été que de 22 %.

En moyenne, la performance des élèves de 8e a été meilleure en Colombie-Britannique qu'en Ontario, mais sans que la différence soit très marquée. Les

deux groupes d'élèves canadiens ont obtenu de meilleurs résultats que les élèves américains. Cependant, il est impossible de savoir si tel aurait été le cas si l'ensemble du Canada avait participé à l'enquête.

Performance dans des matières particulières

Les questions de test préparées à l'intention de la population A étaient réparties en cinq sections représentant les éléments essentiels du programme de mathématiques à ce niveau, à savoir l'arithmétique, l'algèbre, la géométrie, la statistique descriptive et les mesures. On trouvera au graphique 2 un résumé des résultats obtenus par les élèves pour chacune de ces sections ainsi que les données correspondantes sur les possibilités d'apprendre.

Arithmétique — Les données relatives aux PA montrent que dans l'ensemble la section du test consacrée à l'arithmétique porte sur des questions traitées en classe par les enseignants, pour la première fois ou à titre de révision. Dans presque tous les cas, le chiffre indiqué est supérieur à 75 %. En Colombie-Britannique et en Ontario, il est de 87 % pour l'arithmétique.

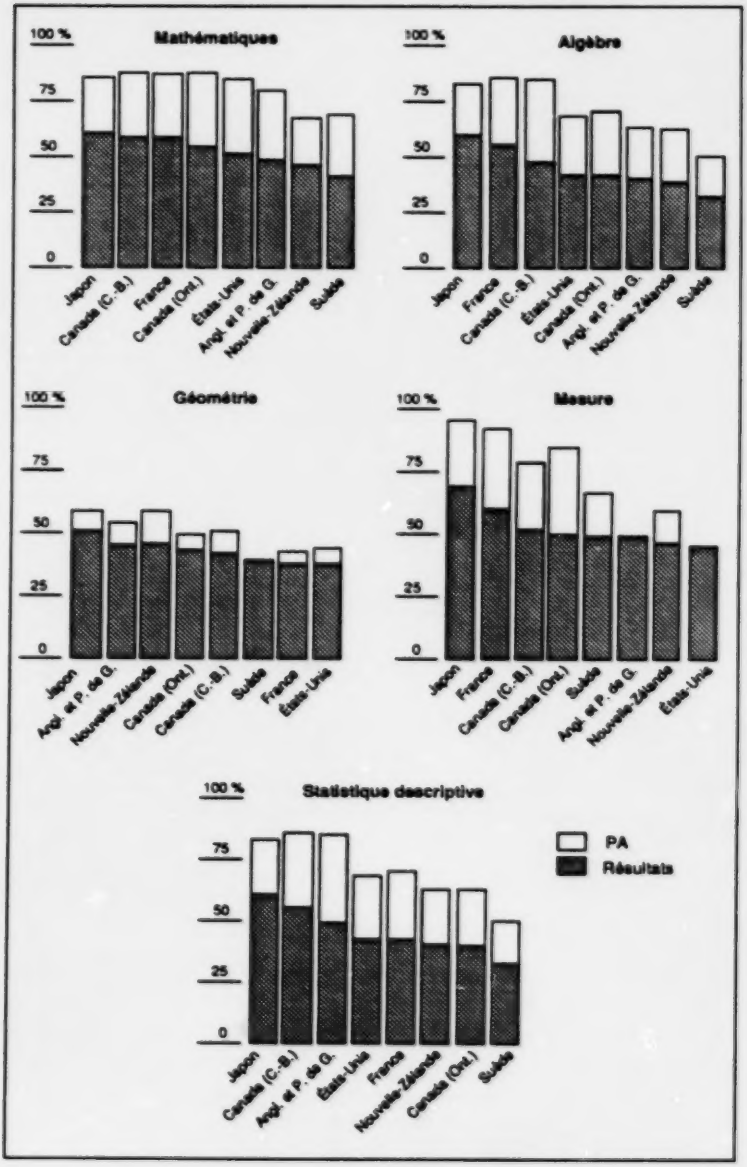
Les questions de cette section du test portent sur divers aspects de l'arithmétique, notamment les nombres entiers, les fractions simples et décimales, les rapports et les proportions, les pourcentages, la théorie des nombres, la notation exponentielle et les racines carrées. Les élèves de la Colombie-Britannique et de l'Ontario ont obtenu des résultats relativement satisfaisants pour cette série de questions, soit respectivement 58 et 54 % de réponses exactes en moyenne.

Algèbre — La section du test consacrée à l'algèbre consistait en 30 questions portant sur des sujets tels que les nombres entiers, l'ordre des opérations, la simplification d'expressions algébriques, l'évaluation d'expressions et de formules, et la solution d'équations linéaires et d'inégalités. Les élèves de la plupart des pays concernés semblent avoir trouvé ces questions plus difficiles; en effet, les résultats moyens représentés sur le graphique sont plus faibles en algèbre qu'en arithmétique. En Amérique du Nord, l'algèbre ne tient habituellement pas une place importante dans le programme de mathématiques de 8e, ce qui explique sans aucun doute que le pourcentage de réponses exactes soit plus faible.

L'examen des résultats obtenus aux différentes questions révèle qu'ils ont été assez piètres, dans tous les systèmes d'éducation, pour des questions qui semblent sans détour. Dans tous les pays, cette partie du test a posé aux élèves de nombreux problèmes, et cela pourrait bien signifier que certains de ces sujets sont trop difficiles ou trop abstraits pour des jeunes de cet âge.

Graphique 2

Résultats obtenus aux différentes sections du test – Population A



Géométrie — Sur les 157 questions, 39 étaient consacrées à la géométrie, soit 25 %. Elles portaient sur des sujets très variés, dont les propriétés des figures planes, la similitude et la congruence, le théorème de Pythagore, les éléments de preuve, les transformations formelles et informelles, la géométrie euclidienne, la représentation spatiale et les propriétés élémentaires des figures dans un espace à trois dimensions. Cette diversité témoigne de l'absence de consensus entre les pays quant au contenu de l'enseignement de la géométrie et quant à la place qui doit revenir à celle-ci dans le programme de mathématiques.

Il a été très difficile de trouver un groupe de questions qui puisse convenir à tous les participants en correspondant à leurs programmes respectifs. L'enseignement de la géométrie se borne dans certains pays à une étude intuitive des propriétés des figures planes, mais s'élargit dans d'autres à une vaste gamme de sujets. Il est fondé dans la plupart des cas sur une approche traditionnelle de la géométrie euclidienne, mais il met l'accent sur les transformations géométriques dans certains pays. La pédagogie varie de méthodes très intuitives à d'autres qui sont formellement axiomatiques. Toutes ces différences rendent très délicates la comparaison des niveaux de résultats.

Sur le graphique 2, les chiffres correspondant aux PA sont faibles, inférieurs à 60 % dans tous les cas. La comparaison entre les différents systèmes d'éducation se complique du fait que, quel que soit l'ensemble de questions jugé approprié pour un système donné, il se peut fort bien qu'il ne recoupe à peu près pas les questions jugées appropriées dans un autre système.

La conclusion à en tirer est que la confusion règne pour ce qui est des programmes de géométrie. Ces 25 dernières années, on a beaucoup discuté de la place à réserver à cette matière dans les programmes scolaires de mathématiques, mais sans parvenir à s'entendre sur grand-chose. Les mathématiciens pressent les responsables de l'éducation de faire une place à l'enseignement de la géométrie, mais ils ne mettent pas leurs principes en pratique. Peu d'étudiants se préparant à devenir professeurs de mathématiques au niveau secondaire suivent un cours de géométrie au cours de leurs études; en bien des cas, cela témoigne simplement de la rareté de ces cours dans le premier cycle des universités nord-américaines où les futurs enseignants reçoivent leur formation théorique.

Statistique descriptive — Les groupements internationaux qui s'efforcent de faire progresser l'enseignement des mathématiques, ainsi que les groupements nationaux qui poursuivent les mêmes buts dans un certain nombre de pays, ont instamment invité les enseignants à réserver une plus grande place, dans le programme de mathématiques, à des notions fondamentales touchant aux probabilités et à la statistique, et ce, dès les premières années d'école. Comme le montrent les chiffres indiqués pour les PA dans le graphique 2

correspondant à cette section du test, ces notions ont été assez inégalement intégrées aux programmes de mathématiques. Ceux du Japon et de la Colombie-Britannique, ainsi que ceux de l'Angleterre et du pays de Galles, semblent faire une place à nombre de ces notions, ce qui semble beaucoup moins le cas dans les autres pays participants.

Dans quelques pays autres que ceux du graphique 2, les chiffres correspondant aux résultats des élèves ont en fait été supérieurs à ceux des PA évaluées par les enseignants. C'est-à-dire que les élèves ont donné des réponses exactes à plus de questions qu'ils n'étaient censés le faire, selon leurs professeurs, compte tenu de ce qui leur avait été enseigné. L'explication tient sans doute au fait que les élèves se familiarisent avec les graphiques et les tableaux dans d'autres contextes que leurs cours de mathématiques. Les professeurs de mathématiques semblent ne pas être conscients, du moins dans une certaine mesure, de l'influence des expériences extra-scolaires sur les connaissances, les compétences et les résultats des élèves.

Mesures — Les 24 questions de la section du test consacrée aux mesures visaient à déterminer les connaissances des élèves en ce qui concerne les unités de base du système métrique (SI), le calcul des superficies et des volumes, et l'estimation. Sur le graphique correspondant à cette matière, les chiffres de PA sont élevés presque partout, et les pourcentages de réponses exactes comparativement forts. Les élèves des pays dont la langue principale est l'anglais ont obtenu des résultats beaucoup plus faibles qu'on ne pouvait s'y attendre pour les questions relatives au système métrique, et les données montrent clairement que la plupart des élèves canadiens continuent de ne pas « penser métrique ». Étant donné qu'ils vivent dans un milieu où l'usage du système impérial de mesures reste quotidien, on peut de fait se demander s'il est dans leur intérêt que les programmes scolaires prévoient exclusivement l'enseignement du système métrique.

Amélioration de la performance

Les huit systèmes d'éducation étudiés dans le présent document, à l'exception de celui de l'Angleterre et du pays de Galles, ont participé à la composante longitudinale de la Deuxième Enquête internationale sur les mathématiques. C'est-à-dire que les élèves ont subi un test préliminaire au début de l'année scolaire et un test final à l'issue de celle-ci. Les deux épreuves comportaient la même série de questions, si bien que l'on a pu mesurer les progrès réalisés par les élèves au cours d'une année scolaire de 10 mois. On s'est également efforcé, en élaborant le questionnaire, d'y inclure le plus grand nombre possible de questions susceptibles, selon l'analyse des programmes effectuée à un stade antérieur de l'étude, de révéler des progrès considérables.

Les conclusions de l'analyse des données relatives aux progrès ne sont pas très encourageantes. Pour l'ensemble des systèmes d'éducation participants, la valeur médiane des progrès enregistrés pour une question est d'environ 7 points de pourcentage. C'est-à-dire que pour l'une quelconque des 157 questions, la différence entre les performances des élèves au début et à la fin de l'année scolaire se mesure par environ 7 points de pourcentage. Certes, les progrès sont plus sensibles pour un petit nombre de questions, mais celles-ci concernent invariablement des tâches de moindre niveau dans l'échelle de la connaissance, qui supposaient par exemple des compétences en calcul ou la reconnaissance d'une terminologie.

Au Japon et en France, cette tendance générale a connu des exceptions curieuses. Dans ces deux pays, les résultats des élèves se sont améliorés spectaculairement pour plusieurs questions correspondant à des points enseignés pour la première fois durant l'année retenue par la définition de la population A. En France, il s'agissait, par exemple, de questions portant sur les fractions, dont l'étude commence à ce niveau pour les jeunes Français. Au Japon, une amélioration frappante a été enregistrée pour certaines des questions d'algèbre.

Dans les trois systèmes d'éducation nord-américains, en revanche, les cas de progrès marqués sont très rares. Le plus souvent, les différences entre les résultats du test préliminaire et ceux du test final sont restées très faibles.

Élèves de la population B

La composition de la population B variait considérablement de l'un à l'autre des pays participant à l'enquête; la prudence s'impose donc pour comparer ces résultats et en tirer des conclusions. L'un des cas extrêmes est celui de la Colombie-Britannique, où la population B comprend 30 % de la génération concernée et près de 40 % des élèves du niveau. À l'opposé, la population B ne représente que 6 % de la génération en Nouvelle-Zélande ainsi qu'en Angleterre et au pays de Galles. Il ne faut pas seulement tenir compte des différences d'aptitudes des élèves composant ces groupes, mais il faut aussi se rappeler que les cours de mathématiques qui peuvent être offerts à un groupe d'élèves strictement sélectionnés sont d'un genre très différent du cours préparatoire au calcul infinitésimal que suivent habituellement les élèves de 12e au Canada et aux États-Unis.

La composition du questionnaire destiné à la population B témoigne de l'importance accordée à ce niveau, en de nombreux pays, à l'étude du calcul infinitésimal. Parmi les 136 questions, 46 portaient plus ou moins directement sur celui-ci. Il va sans dire que ces questions étaient hors de portée pour presque tous les élèves de 12e du Canada et des États-Unis. En Ontario, toutefois, l'échantillon de population B constitué pour l'enquête internationale était formé d'élèves de 13e qui suivaient un cours complet de calcul infinitésimal.

Afin de permettre des comparaisons instructives à l'échelle du Canada, nous avons retenu, pour les analyses de la présente étude, un échantillon d'élèves de 12e de l'Ontario, outre l'échantillon d'élèves du même niveau de la Colombie-Britannique et l'échantillon d'élèves de 13e de l'Ontario. Nous avons également examiné la performance de l'échantillon américain de population B, lui aussi composé d'élèves de 12e.

Il n'est pas très équitable de comparer des élèves canadiens de 12e aux élèves américains appartenant à la population B, car 5 % environ de ces derniers sont inscrits à un cours d'équivalence en calcul infinitésimal. Les comparaisons sont également compliquées par le fait que la proportion des jeunes de la génération continuant d'étudier les mathématiques en 12e est beaucoup plus forte en Colombie-Britannique et en Ontario qu'aux États-Unis : elle atteint 30 % dans chacune des deux provinces, au lieu de 12 % aux États-Unis.

Performance globale

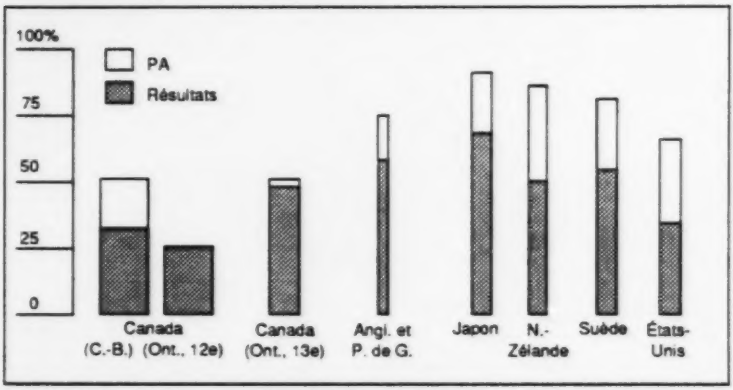
Le graphique 3 résume les résultats obtenus par les élèves de la population B des pays étudiés dans le présent document. Y figurent également les renseignements fournis par les professeurs sur les PA, lesquels indiquent dans quelle mesure les élèves des systèmes d'éducation concernés ont réellement eu la possibilité d'étudier la matière dans le cadre du ou des cours de mathématiques officiels. Aucune appréciation des PA n'était disponible pour l'échantillon d'élèves de 12e de l'Ontario; pour ce qui est de l'échantillon d'élèves de 13e, les PA ont probablement été sous-estimées, étant donné la manière dont cet échantillon a été constitué et dont les renseignements pertinents ont été recueillis.

Dans le graphique, la largeur des barres représentant les différents systèmes d'éducation varie selon le taux de persévérance scolaire; elle indique donc des différences dans la composition de la population B. Étant donné qu'en Colombie-Britannique la population B regroupe 30 % de la génération concernée, la barre correspondant à cette province est cinq fois plus large que celle qui représente l'Angleterre et le pays de Galles, où cette proportion est de 6 % seulement.

Le graphique 3 donne une image assez spectaculaire des différents niveaux de résultats qui peuvent être atteints selon que la préférence est donnée à une forte persévérance scolaire plutôt qu'à une stricte sélection. Il n'existe pas de mesure bien définie du « rendement mathématique » d'un système d'éducation, mais ce graphique soulève un certain nombre de questions relativement au produit final qu'on peut attendre d'un système en fonction des décisions prises quant aux élèves suivant les programmes de l'école secondaire.

Graphique 3

Performance globale – Population B



Performance dans des matières particulières

Le questionnaire préparé pour la population B comprenait 136 questions, réparties en huit livrets de test qui en comptaient 17 chacun. Il s'agissait uniquement de questions à choix multiples (cinq options), exactement comme pour la population A. Nombre de ces questions étaient difficiles, sortaient de la routine et exigeaient des élèves un effort de réflexion poussé.

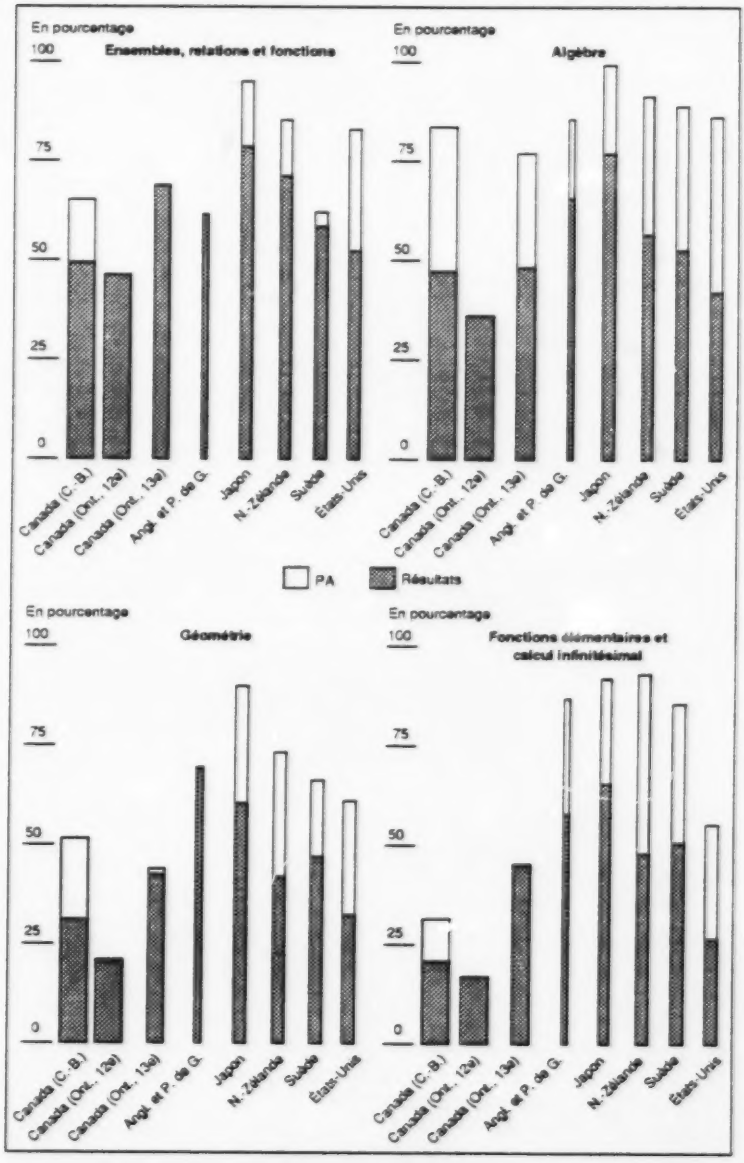
Le graphique 4 représente les résultats obtenus par les élèves dans quatre des sections entre lesquelles se divisait le questionnaire de la population B. Comme dans le graphique précédent, la largeur des barres est proportionnelle aux taux de persévérance en mathématiques des systèmes d'éducation considérés.

Ensembles, relations et fonctions — Cette section du test portait sur des concepts qui revêtent une importance fondamentale pour l'acquisition des bases de la pensée mathématique à ce niveau. Il s'agissait notamment des notions suivantes : diagrammes de Venn, ensembles, fonctions, domaine et variations. D'une manière générale, c'est de toutes les sections du test celles où les élèves ont obtenu les meilleurs résultats. Les élèves de 12e de la Colombie-Britannique et de l'Ontario se sont classés à peu près au même rang, et beaucoup plus bas que les élèves des autres pays.

Algèbre — La section du test consacrée à l'algèbre comprenait 26 questions portant sur de nombreux sujets traditionnellement traités dans un cours d'algèbre de ce niveau, tels que la résolution d'équations du premier et du

Graphique 4

Résultats obtenus aux différentes sections du test – Population B



second degrés, la simplification d'expressions rationnelles et de radicaux, la construction d'équations représentant des phénomènes physiques, et ainsi de suite. La moyenne internationale des résultats est de 57 % pour cette section du test, et les élèves de 13e de l'Ontario se sont à peu près placés à ce niveau. Une fois de plus, les résultats moyens des élèves de 12e de la Colombie-Britannique ont été supérieurs à ceux des élèves ontariens de la même classe, mais les deux groupes ont obtenu des résultats nettement plus faibles que les élèves des autres pays.

Géométrie — S'il est difficile, comme nous l'avons mentionné plus haut, de trouver un noyau commun aux programmes de géométrie des différents pays en ce qui concerne la population A, c'est encore plus difficile lorsqu'il s'agit de la population B. D'une part, le champ couvert est beaucoup plus vaste à ce niveau plus avancé; pour cette étude, il comprenait la géométrie analytique et la trigonométrie. D'autre part, l'approche adoptée pour l'enseignement de la géométrie dans des pays tels que la Belgique et la France est si peu familière aux professeurs nord-américains et à leurs élèves que des questions de test fondées sur ces approches risquaient tout simplement de ne pas être reconnues comme des questions de géométrie.

D'une manière générale, les élèves nord-américains ont obtenu pour cette partie du test des résultats décevants et nettement inférieurs à ceux que nous avons déjà passés en revue.

Fonctions élémentaires et calcul infinitésimal — Au moment où l'enquête a été menée, presque aucun élève de 12e de la Colombie-Britannique ou de l'Ontario n'étudiait le calcul infinitésimal, et cela permet de comprendre pourquoi les résultats obtenus dans les deux provinces à la section du test portant sur les fonctions élémentaires et le calcul infinitésimal se sont au mieux situés au niveau de la réussite due au hasard. Dans beaucoup d'autres pays, et notamment dans tous les pays n'appartenant pas à l'Amérique du Nord qui sont représentés sur le graphique 4, les élèves de la population B suivent un cours de calcul infinitésimal équivalant à ceux qu'offrent de nombreuses universités nord-américaines.

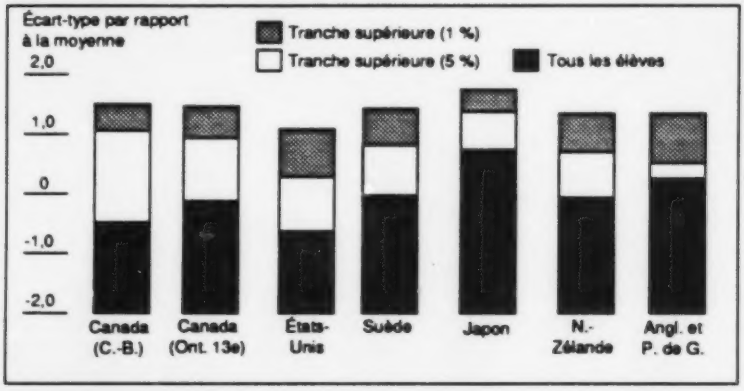
Taux de persévérance scolaire et résultats

La relation entre le taux de persévérance scolaire et les résultats des élèves de la population B a été étudiée de manière assez approfondie par Miller et Linn [1985]. Les résultats obtenus pour tous les questionnaires ont été rendus comparables au moyen d'équations linéaires, et trois sections importantes du test ont servi de mesures de référence. Il n'est question ici que de l'analyse de la section consacrée à l'algèbre. Pour d'autres renseignements sur ces analyses, voir Robitaille et Garden [1989].

Le graphique 5 indique le niveau moyen des résultats obtenus par les élèves de la population B des systèmes d'éducation considérés, ainsi que ceux des élèves qui se sont le mieux classés (5 % et 1 % de résultats supérieurs). Les systèmes d'éducation ont été rangés le long de l'axe horizontal selon leur taux de persévérance scolaire, par ordre décroissant. L'échantillon d'élèves de 12e de l'Ontario ne figure pas sur ce graphique parce qu'il n'a pas été inclus dans l'analyse de Miller et Linn.

Graphique 5

Taux de persévérance scolaire et résultats



Analysant des données comparables fournies par la Première Enquête internationale sur les mathématiques, Husén [1967] en avait conclu que des taux de persévérance scolaire plus élevés n'avaient pas d'effet négatif sur les résultats en mathématiques des meilleurs élèves. Ses résultats indiquaient en outre que des taux de persévérance plus élevés s'associaient à un meilleur rendement des systèmes d'éducation. « Le groupe obtenant de bons résultats tend à être d'autant plus important que la proportion d'élèves restés dans le système scolaire est plus élevée » [Husén, 1967]. Miller et Linn ont de leur côté affirmé qu'un taux de persévérance scolaire plus faible a pour conséquence des résultats moyens plus élevés chez les élèves restés à l'école, mais que des taux de persévérance plus forts n'ont pas d'effet négatif sur le rendement et la qualité des élèves doués. Ils n'ont pas découvert de « preuve concluante que les élèves doués obtiendraient de meilleurs ou de moins bons résultats en fonction des taux de persévérance nationaux ».

Certaines analyses ultérieures du lien entre taux de persévérance scolaire et résultats des élèves doués ont révélé que, dans les systèmes d'éducation

plus sélectifs (c'est-à-dire ceux où la population B représente une plus faible proportion de la génération concernée), on trouve habituellement un plus grand pourcentage d'élèves de la population B dans le groupe obtenant les meilleurs résultats à des tests du genre de ceux que nous étudions. Toutefois, la relation entre sélection et pourcentage de la génération dans le groupe des meilleurs résultats est très faible : environ –0,10. Il semble donc qu'une sélection rigoureuse ne soit pas une condition nécessaire de l'excellence.

Le Japon fournit l'exemple d'un système d'éducation où une proportion relativement forte des élèves du niveau de la population B persévère dans ses études et où un grand nombre de ces élèves obtient des résultats extrêmement élevés. De fait, au cours de cette enquête, près de 800 élèves japonais ont obtenu la note maximale.

Sexe

De nombreuses inquiétudes se sont exprimées au sujet de la proportion de filles suivant des cours de mathématiques et de sciences dans les classes terminales du secondaire et dans l'enseignement postsecondaire. Ces préoccupations tiennent au fait que de nombreuses jeunes filles peuvent se fermer une vaste gamme de professions en décidant à un stade prématuré de leurs études d'abandonner les sciences ou les mathématiques.

Les résultats de la Deuxième Enquête internationale sur les mathématiques confirment que ce comportement est toujours une réalité. Tous les systèmes d'éducation concernés comptent des proportions presque identiques de garçons et de filles au niveau de la population A. Tous les élèves, quel que soit leur sexe, étudient encore les mathématiques à l'âge de 13 ans. Cependant, lorsque les élèves atteignent la dernière année d'école secondaire, la situation a changé. En Colombie-Britannique et en Ontario, les filles constituent 40 % des élèves suivant des cours de mathématiques de niveau supérieur. Cette proportion est inférieure à celle qu'enregistrent les États-Unis (44 %), mais supérieure aux proportions dont font état les autres pays, et notamment l'Angleterre (34 %), la Suède (26 %) et le Japon (22 %).

Des recherches s'imposent pour en apprendre davantage sur ce phénomène. Nous voudrions savoir pourquoi tant de filles décident si tôt d'abandonner l'étude des mathématiques, à quel moment est prise cette décision et quel type d'élèves la prend. Par exemple, il n'est pas du tout certain que ce soient les élèves les moins douées qui abandonnent les mathématiques. Des recherches sont actuellement menées sur cette question en Colombie-Britannique, dans le cadre d'un projet financé par le ministère de l'Éducation de cette province.

La question du sexe des professeurs intervient lorsqu'on étudie la participation des filles aux cours de mathématiques et de sciences. Il se pourrait

que l'un des facteurs influant sur la décision des jeunes filles de poursuivre ou non ce genre d'études soit le sexe des professeurs qui leur enseignent ces matières. Si tel est le cas, les résultats de la Deuxième Enquête internationale sont de nature à susciter certaines inquiétudes.

Plus de 80 % des professeurs de mathématiques de la Colombie-Britannique ayant participé à l'enquête au niveau de la population A étaient des hommes. En Ontario, il en allait de même pour deux professeurs sur trois. Les chiffres étaient encore plus frappants dans le cas de la population B : 95 % de professeurs du sexe masculin en Colombie-Britannique et 80 % en Ontario. Ces pourcentages sont sensiblement plus élevés que ceux dont font état la plupart des autres pays concernés.

Niveau d'études visé

On a demandé aux élèves des deux populations combien d'années ils comptaient poursuivre leurs études, et les Canadiens se sont classés parmi ceux qui avaient le plus d'ambition à cet égard. Plus de 60 % des élèves de 8e de la Colombie-Britannique et de l'Ontario ont répondu qu'ils comptaient suivre un programme postsecondaire. Cette proportion est sensiblement inférieure à celle qu'ont enregistrée les États-Unis (75 %), mais beaucoup plus élevée que celles dont ont fait état les autres pays. En Angleterre et au pays de Galles, 20 % seulement des élèves ont déclaré espérer poursuivre leurs études au niveau postsecondaire, et au Japon, un peu moins de 50 %.

L'examen des réponses données à cette question par les élèves de la population B fait apparaître des changements intéressants en ce qui concerne les attentes. Plus de 80 % des élèves canadiens de ce groupe ont déclaré qu'ils pensaient poursuivre leurs études au niveau postsecondaire. Ce taux considérable n'est nullement surprenant, étant donné que tous ces élèves étaient engagés dans des programmes préuniversitaires ou équivalents. Les chiffres correspondants sont élevés dans tous les pays participants, les États-Unis faisant état de la proportion la plus forte, 97 %.

Résultats d'une autre enquête internationale

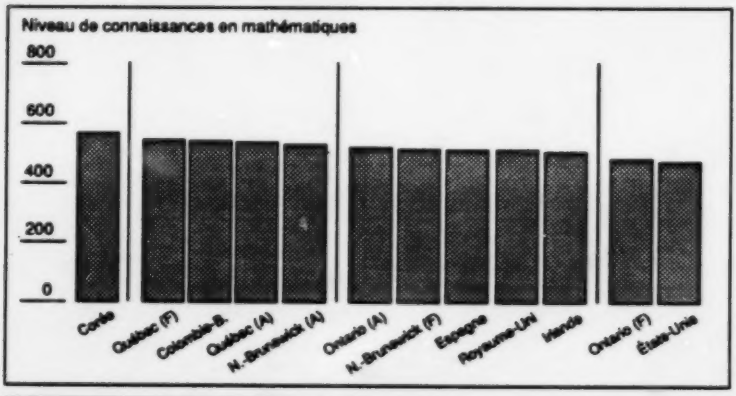
Le service de conception des tests d'entrée dans les universités américaines – Educational Testing Service (ETS) – a réalisé en 1988 une enquête internationale sur les connaissances en mathématiques et en sciences des jeunes de 13 ans. Outre les États-Unis, la république de Corée, le Royaume-Uni, la république d'Irlande et l'Espagne ont participé à l'enquête. Quatre provinces canadiennes – la Colombie-Britannique, l'Ontario, le Québec et le Nouveau-Brunswick – en ont fait autant; dans chacune, sauf en Colombie-Britannique,

deux échantillons d'élèves ont été constitués, provenant l'un d'écoles préparatoires à l'université, et l'autre d'écoles francophones.

Les performances des élèves des 12 systèmes scolaires considérés sont comparées au graphique 6. L'axe vertical correspond à une échelle de « niveau de connaissances en mathématiques » élaborée selon la théorie de la réponse d'item, dans un effort pour représenter la performance en mathématiques comme une caractéristique unidimensionnelle.

Graphique 6

Performance des élèves dans l'enquête de l'ETS



Des lignes verticales divisent le graphique 6 en quatre parties. Le rapport d'enquête [Lapointe et collab., 1989] indique que les différences entre les groupes séparés par les lignes verticales sont statistiquement significatives, mais que les différences entre les éléments de chaque groupe ne le sont pas. Ainsi, la performance des élèves coréens a été nettement supérieure à celle des élèves de tous les autres systèmes d'éducation. Par contre, il n'y a pas de différence significative entre les niveaux de performance respectifs des élèves du Québec (francophones ou anglophones), de la Colombie-Britannique et du Nouveau-Brunswick (anglophones).

Ces résultats tendent à confirmer l'ordre dans lequel les systèmes d'éducation considérés ont été rangés selon les études dont il a été question précédemment. C'est-à-dire que la Colombie-Britannique, l'Ontario et les États-Unis se sont placés aux mêmes rangs dans l'enquête de l'ETS que dans celle de l'Association internationale pour l'évaluation du rendement scolaire. Il est regrettable que les groupes de participants à ces enquêtes ne se recoupent

pas davantage et qu'il n'ait pas été possible d'obtenir la participation de toutes les provinces canadiennes.

Enseignements à tirer de l'enquête

La Deuxième Enquête internationale sur les mathématiques était une entreprise d'envergure, à laquelle des milliers d'élèves et des centaines d'enseignants ont pris part dans chacun des pays participants, et notamment dans deux provinces du Canada. La presse populaire aussi bien que les revues universitaires ont fait état de ses résultats, à la vue desquels d'importantes organisations – dont le National Council of Teachers of Mathematics, qui représente les professeurs de mathématiques canadiens et américains – ont recommandé que de profonds changements soient apportés à l'enseignement des mathématiques, du point de vue tant des méthodes que des élèves auxquels s'adressent les programmes.

Nombre de ces recommandations portent sur des aspects précis des programmes ou des pratiques pédagogiques et n'entrent donc pas dans le cadre de la présente étude. D'autres, cependant, ont un caractère plus général et sont par conséquent examinées ci-après.

Nécessité d'une participation véritablement canadienne

Il ne fait guère de doute que le Canada a beaucoup à gagner à participer à des études comparatives du genre de celles que parraine l'Association internationale pour l'évaluation du rendement scolaire. Malheureusement, une telle participation soulève de nombreuses difficultés, vu le partage des compétences en matière d'éducation au Canada. En fait, on n'en a encore aucun exemple. Les provinces ont décidé, indépendamment les unes des autres, de prendre part ou non à ce genre de projets, mais il n'y a pas eu de coordination nationale. L'ensemble du Canada a certes participé à l'enquête sur les sciences récemment réalisée par l'Association, mais des enquêtes distinctes ont été menées dans les écoles de langue française et de langue anglaise à deux ou trois ans d'intervalle.

Les responsables de l'éducation de tout le pays, sous la coordination du Conseil des ministres de l'Éducation du Canada (CMEC), se sont engagés dans un effort visant à identifier et à mettre au point un ensemble d'« indicateurs pédagogiques », c'est-à-dire une série de résultats mesurables susceptibles d'aider les décideurs à évaluer le succès de l'effort d'éducation. Ne serait-ce que pour cette raison, le CMEC semble appuyer des projets tels que les enquêtes de l'Association. Faute de pouvoir et de fonds, toutefois, il ne

peut pas faire grand-chose de plus que recommander aux différentes provinces de participer à ces projets.

Une autre source de financement peut être trouvée dans le Conseil de recherches en sciences humaines du Canada (CRSHC) qui a pour mandat d'appuyer la recherche dans de nombreux domaines, y compris l'éducation. En une dizaine d'années, le CRSHC a financé plusieurs projets liés à l'Association, dont plusieurs aspects de la Deuxième Enquête internationale sur les mathématiques et les composantes francophone et anglophone de l'enquête sur les sciences. Il continuera probablement d'apporter un soutien précieux aux projets de l'Association, mais il est peu probable qu'il puisse assumer entièrement le coût de l'un de ces projets, vu son budget restreint.

Différences selon le sexe

L'étude des différences entre le comportement des garçons et celui des filles vis-à-vis des cours de mathématiques et de sciences (résultats et participation) est depuis un certain temps déjà à l'ordre du jour de la recherche pédagogique. Il y a une vingtaine d'années, les chercheurs constataient que les différences entre les niveaux de résultats des garçons et des filles augmentaient avec l'âge. Peu sensibles à l'école primaire, elles s'accentuaient de plus en plus à l'école secondaire.

Ces premières études ont été critiquées pour n'avoir pas tenu compte des différences de comportement entre garçons et filles pour ce qui est du choix de cours, et ces critiques semblent largement justifiées. Les filles décident beaucoup plus souvent que les garçons d'abandonner l'étude des mathématiques, et l'on ne sait pas grand-chose des raisons qui les poussent à cet abandon. On n'en sait pas plus sur le type d'élèves susceptibles de prendre cette décision : on ignore même s'il s'agit ou non des élèves les plus douées.

Les résultats de la Deuxième Enquête internationale sur les mathématiques révèlent en tout cas qu'il existe, à l'heure actuelle, assez peu de différences statistiquement significatives entre les niveaux de performance des garçons et des filles dans la plupart des pays, y compris le Canada. La sous-représentation des jeunes filles dans les cours de mathématiques du deuxième cycle du secondaire pose toujours des problèmes, mais les différences de résultats que faisaient apparaître les études antérieures semblent se réduire.

Incidence de la technologie

La grande majorité des enseignants qui ont participé à la Deuxième Enquête internationale sur les mathématiques, au Canada comme dans les autres pays

(et notamment au Japon), ont déclaré qu'il faudrait strictement limiter ou même interdire l'utilisation de calculatrices ou d'ordinateurs par les élèves des classes de mathématiques. Les données de cette enquête ont certes été recueillies de 1980 à 1982, mais des études plus récentes réalisées en Colombie-Britannique et ailleurs indiquent que les enseignants et les parents n'ont guère changé d'opinion à cet égard.

Il est difficile de discerner les raisons précises de cette résistance des professeurs à l'introduction d'innovations technologiques pouvant faciliter leur travail. Beaucoup – qu'ils soient parents ou professeurs – estiment que le fait de maîtriser des techniques classiques, quoique « difficiles », telles que les opérations arithmétiques contribue au développement moral et intellectuel des enfants. Ils s'inquiètent de la manière dont les jeunes de cette génération réagiront lorsqu'ils devront affronter des calculs difficiles sans calculatrice ou, pis encore, avec une calculatrice aux piles épuisées.

D'un point de vue pédagogique, il est urgent de s'interroger sur le contenu à donner aux programmes de mathématiques et sur la sorte de connaissances et de compétences que doivent posséder les professeurs de mathématiques dans un monde de technicité croissante. D'un côté, les responsables de l'éducation ne peuvent guère ignorer cette question et faire comme si la technologie n'existait pas. De l'autre, la plupart des professeurs de mathématiques s'accommodent bien du programme de mathématiques existant, fondé dans une large mesure sur les règles de calcul. Nombre d'entre eux auraient des réticences à l'égard de nouveaux programmes et de nouvelles techniques pédagogiques qui ne leur seraient pas familières ou qui ne leur donneraient pas le même sentiment de sécurité.

Objectifs du programme de mathématiques

Howson et Wilson [1989] ont affirmé que l'un des principaux problèmes auxquels se heurtent les efforts visant à modifier le programme de mathématiques réside dans le fait que tout le monde semble convenir, et avoir toujours convenu, que cette matière constitue un élément essentiel de tout programme de formation générale. De plus, les programmes de mathématiques sont très semblables dans tous les pays, ce qui complique tout changement dans un pays particulier.

Les deux raisons les plus fréquemment avancées pour justifier la place réservée aux mathématiques dans le programme scolaire tiennent au rôle que cette discipline est censée jouer dans la formation de la « pensée logique » et à son utilité dans le monde moderne. Pour ce qui est du premier argument, rien ne prouve que les gens qui ont des connaissances mathématiques sont plus logiques ou pensent mieux que d'autres lorsqu'ils se trouvent devant

des questions extérieures à leur champ particulier de compétence. Quant au deuxième, selon lequel la place faite aux mathématiques se justifie par leur utilité dans de nombreux domaines et activités [voir, par exemple, Cockroft, 1982], Christine Keitel le conteste. Affirmant que l'utilité des mathématiques est illusoire, elle déclare : « aucune société moderne ne peut exister sans mathématiques, mais l'immense majorité des membres d'une société moderne peuvent très bien vivre, et vivent en fait, *en ne se servant à peu près pas des mathématiques* » [Keitel, 1989].

Les Canadiens doivent se livrer à un examen approfondi de l'importance des mathématiques dans le programme scolaire. Ils doivent se demander pourquoi l'étude de cette matière est imposée à presque tous les élèves de chaque niveau. Ils doivent déterminer en quoi consiste réellement l'utilité des mathématiques et décider dans quelle mesure les programmes et les pratiques pédagogiques actuellement en vigueur permettent d'atteindre l'objectif poursuivi.

Recrutement et compétence des professeurs

De nombreux professeurs chargés d'enseigner les mathématiques, particulièrement à l'école primaire et au premier cycle du secondaire, n'ont que peu, ou même pas du tout, étudié les mathématiques au niveau postsecondaire. Le Learning Assessment Program de la Colombie-Britannique a montré que nombre de ces professeurs n'ont pas non plus été formés aux méthodes d'enseignement des mathématiques. C'est dire que dans les écoles canadiennes beaucoup de cours de mathématiques sont donnés par des enseignants mal préparés à cette tâche. La situation devrait sensiblement empirer à mesure que la pénurie actuelle de professeurs s'aggravera.

Performance des élèves

Au niveau de la population A, les élèves canadiens se sont relativement bien classés par rapport aux élèves des autres pays. Pour ce qui est des résultats globaux, les élèves de 8e de la Colombie-Britannique se sont placés parmi le tiers des participants ayant le mieux réussi, et leur performance a surpassé celle des élèves de tous les autres pays anglophones concernés, y compris l'Écosse, l'Angleterre et le pays de Galles, les États-Unis et la Nouvelle-Zélande. La performance des élèves de l'Ontario, quelque peu inférieure, les a placés à peu près au milieu de l'échelle des résultats globaux.

Au niveau de la population B, les élèves canadiens de 12e sont ceux qui ont obtenu les moins bons résultats globaux. Les élèves de 13e de l'Ontario ont beaucoup mieux réussi, mais leur performance est restée sensiblement

inférieure à celle des élèves des autres pays. Les pourcentages importants d'élèves suivant les cours de mathématiques préuniversitaires dans les deux provinces canadiennes, avec les conséquences que cela entraîne sur le programme qui peut être offert à ces élèves, voilà les principaux facteurs dont il faut tenir compte pour s'efforcer de déterminer s'il y a ou non lieu de s'inquiéter de la performance des jeunes Canadiens. Malheureusement, il est impossible de pondérer les résultats des tests pour tenir compte de l'influence de ces variables.

Au total, les élèves se sont bien tirés de tâches supposant l'application directe d'opérations plus ou moins routinières. Par contre, la performance a été beaucoup plus faible pour des questions exigeant un niveau de comportement cognitif plus élevé, ce qui suscite des inquiétudes. Depuis plusieurs années, les associations de professeurs de mathématiques exhortent leurs membres à mettre davantage l'accent sur les applications des mathématiques et sur la résolution des problèmes. Les résultats dont nous venons de parler montrent clairement que les professeurs de tous les pays devraient suivre ces conseils. La société canadienne moderne n'a guère besoin de calculateurs habiles. Par contre, il lui faut absolument des gens sachant résoudre les problèmes.

Conclusions sur le plan des politiques

Les résultats de la Deuxième Enquête internationale sur les mathématiques revêtent une importance considérable pour les enseignants et pour ceux qui assurent leur formation, ainsi que pour la recherche pédagogique. Cependant, l'éducation concerne tous les membres de notre société, et les dépenses nécessaires pour offrir des services éducatifs à tous les citoyens constituent l'un des principaux postes de dépense de tous les paliers de gouvernement. Les résultats de l'enquête sont donc importants pour tous les Canadiens, quels que soient leurs liens personnels avec le système d'éducation officiel. Ils suggèrent un certain nombre de mesures à prendre et d'orientations à donner, selon l'auteur, à la politique d'éducation du Canada. Sept de celles-ci sont examinées ci-après.

Appui national à la recherche pédagogique

Dans la plupart des pays appartenant à l'Association internationale pour l'évaluation du rendement scolaire, il existe un organisme national chargé de mener la recherche pédagogique à l'échelle du territoire entier. C'est le cas non seulement dans des pays qui, comme la France ou le Japon, ont des systèmes d'éducation fortement centralisés, mais aussi dans d'autres, comme l'Australie, la République fédérale d'Allemagne et les États-Unis, dont les sytèmes d'éducation sont aussi décentralisés que celui du Canada.

Étant donné l'importance de l'éducation en général – et en particulier du système scolaire menant du jardin d'enfants à la 12e – pour l'état de la nation, il est nécessaire que la recherche en ce domaine soit intensifiée au Canada, de manière à fournir de meilleures informations sur ce qui se passe dans les écoles canadiennes. À l'heure actuelle, le Conseil de recherches en sciences humaines du Canada constitue à peu près la seule source nationale de financement régulier pour la recherche pédagogique, et il ne peut y affecter chaque année que des sommes limitées.

Il faudrait étudier la possibilité d'établir au Canada un centre national de recherche pédagogique. On pourrait prendre pour modèles des organismes de ce genre ayant fait leurs preuves dans d'autres pays, notamment l'Australian Council for Educational Research et la National Foundation for Educational Research du Royaume-Uni. Un lien pourrait être établi entre un tel centre et le Conseil des ministres de l'Éducation du Canada, lequel assurerait la direction et l'orientation générale des travaux.

Le Canada a beaucoup à gagner à une recherche nationale, ainsi qu'à la participation aux études internationales, dans le domaine de l'éducation. Les enquêtes sur les mathématiques et sur les sciences réalisées sous l'égide de l'Association internationale pour l'évaluation du rendement scolaire ont montré à quel point il est difficile, dans la situation présente, d'obtenir la participation des écoles et des élèves de tout le pays à de tels projets. La rareté des sources de financement possibles ajoute à la difficulté. La création d'un centre national doté d'un budget approprié améliorerait grandement la situation et faciliterait la collecte de données indispensables sur les écoles de la nation.

Taux de participation

En Colombie-Britannique comme en Ontario, la proportion d'élèves de la classe terminale de l'enseignement secondaire qui sont inscrits à des cours de mathématiques préuniversitaires est plus élevée que dans la plupart des autres pays. On ignore s'il en est de même dans le reste du Canada, mais cela semble probable.

Les mathématiques constituent une importante composante de la formation scolaire exigée par une gamme de plus en plus étendue de professions. Les élèves qui décident d'abandonner prématurément l'étude des mathématiques se ferment de fait à un grand nombre de professions possibles. Les écoles devraient encourager les élèves à poursuivre l'étude des mathématiques et offrir dans le deuxième cycle du secondaire des cours assez divers pour que tous les élèves normalement doués puissent en trouver qui leur conviennent.

Différences selon le sexe

Les recherches en cours indiquent que l'écart entre les niveaux de résultats en mathématiques des filles et des garçons s'est réduit au cours des 20 dernières années, ce que la Deuxième Enquête internationale sur les mathématiques est venue confirmer. Au niveau de la population A, aucune différence importante n'a été constatée entre les résultats des garçons et ceux des filles dans les provinces canadiennes concernées et aux États-Unis. Les différences ont été plus marquées au niveau de la population B; cependant, même dans ce cas, la plupart des différences statistiquement significatives n'étaient pas suffisantes pour être considérées comme importantes d'un point de vue pédagogique.

Il est plus inquiétant que les jeunes filles continuent d'être sous-représentées dans les cours de mathématiques du deuxième cycle du secondaire. En Colombie-Britannique et en Ontario, elles ne constituent que 40 % de la population B. Cette proportion est certes supérieure à celle qu'enregistrent beaucoup d'autres pays, mais il n'existe pas de raison pédagogique évidente pour que garçons et filles ne poursuivent pas en nombres égaux l'étude des mathématiques.

On dispose de peu d'informations fiables sur le comportement des élèves des écoles secondaires de deuxième cycle en ce qui concerne le choix des cours. On ne sait pas grand-chose sur les raisons qui poussent les élèves à continuer d'étudier les mathématiques ou à les abandonner dès que cela leur est permis. Il se pourrait, par exemple, qu'un grand nombre de jeunes filles qui « abandonnent » les mathématiques se rangent parmi celles qui ont le plus d'aptitudes scolaires. Cela contribuerait certainement à expliquer que l'écart entre les résultats se creuse chez les élèves plus âgés.

Vu l'importance que présente pour la poursuite du développement économique et scientifique du Canada le fait que la population ait des connaissances suffisantes en mathématiques, nous ne pouvons guère nous permettre de laisser cette situation se prolonger. Nous devons étudier ce problème de manière approfondie, en déterminer les causes et lui trouver des solutions. Le professeur Jim Gaskell, de la Faculté d'éducation de l'Université de la Colombie-Britannique, dirige une équipe qui interroge actuellement les jeunes filles des écoles secondaires de deuxième cycle afin d'en savoir davantage sur les raisons qui déterminent leur décision de suivre ou non des cours de mathématiques et de sciences. Les résultats de cette enquête seront connus au dernier trimestre de 1990. Il faudrait réaliser des études analogues dans d'autres régions du Canada.

Rôle de la technologie

Il ne fait aucun doute que la généralisation en classe de l'usage des calculatrices et de la technologie informatique apportera, comme il se doit, des

changements fondamentaux au déroulement des cours de mathématiques. Les progiciels dits de manipulation symbolique, aujourd'hui disponibles en grand nombre à un coût modéré, permettent d'effectuer sans effort presque toutes les opérations algorithmiques que les élèves du secondaire et les étudiants des premières années d'université ont traditionnellement dû apprendre à maîtriser.

Est-il raisonnable que les élèves des écoles primaires consacrent du temps, de la 3e à la 8e, à apprendre et à revoir comment faire une division à la main ? Les calculatrices sont là pour leur éviter cette corvée, aussi bien qu'à nous. Nous savons par ailleurs qu'à la fin de la 8e plus de 30 % des élèves donnent des réponses inexactes lorsqu'on leur demande de faire ce genre d'exercice. Les élèves et leurs enseignants ne pourraient-ils pas faire un meilleur usage de leur temps ?

Est-il raisonnable que les élèves du secondaire et leurs professeurs passent un temps considérable à résoudre des équations, à manipuler des identités trigonométriques, à apprendre les techniques de construction de graphiques ou à retenir des formules de différenciation et d'intégration, alors que les logiciels de manipulation symbolique et les micro-ordinateurs peuvent s'acquitter de ces tâches de routine ?

Une étude approfondie s'impose quant à la manière d'utiliser pour le mieux la technologie existante dans l'éducation, et en particulier dans l'enseignement des mathématiques et des sciences. Il faudra de plus trouver des moyens de surmonter les disparités régionales en ce qui concerne les ressources financières nécessaires pour mettre la technologie à la disposition de tous les élèves.

Performance des élèves

D'une manière générale, les élèves canadiens ont obtenu des résultats satisfaisants aux tests de connaissances de la Deuxième Enquête internationale sur les mathématiques. Les résultats ont été meilleurs au niveau de la population A qu'à celui de la population B, mais la validité des comparaisons internationales à ce dernier niveau est discutable, étant donné les différences marquées entre les taux de persévérance scolaire des systèmes d'éducation considérés.

Le fait préoccupant, c'est que les questions qui ont obtenu les meilleures réponses de tous les élèves, y compris des Canadiens, consistaient généralement en des tâches routinières supposant peu de réflexion. Les résultats ont souvent été beaucoup plus faibles lorsqu'il s'agissait de résoudre des problèmes.

L'enseignement des mathématiques au Canada doit être réorienté de manière à mettre davantage l'accent sur la résolution de problèmes. Les écoles doivent faire un meilleur usage de la technologie disponible pour ce qui est des techniques et des procédures de routine et, grâce au temps ainsi épargné, insister davantage sur les applications concrètes des mathématiques. Cette approche peut rendre l'enseignement des mathématiques plus difficile pour certains professeurs, et en particulier pour ceux qui n'ont qu'une formation minimale dans cette matière, mais elle permettra aux élèves de prendre plus d'intérêt aux cours et d'en voir l'utilité.

Personnel enseignant

En Colombie-Britannique, les directeurs ont indiqué que 40 % de leurs professeurs de mathématiques de 8e et 30 % de leurs professeurs de 12e étaient incomplètement qualifiés pour enseigner les mathématiques à ce niveau. Le même jugement a été porté sur près de 20 % des professeurs de mathématiques de 13e en Ontario. Autrement dit, une forte proportion des cours de mathématiques donnés dans les écoles secondaires du Canada le sont par des enseignants dont la formation théorique ou pédagogique est insuffisante ou nulle.

En ce qui concerne cette variable, le Canada s'est plus mal classé que la plupart des autres pays industrialisés ayant participé à l'enquête, et le fait est d'importance. Si nous voulons que l'enseignement des mathématiques au Canada suive le rythme des progrès technologiques et scientifiques, il nous faut des professeurs de mathématiques qui aient une connaissance approfondie de cette matière et qui aient reçu une formation professionnelle les familiarisant avec les méthodes pédagogiques appropriées.

Regroupement des élèves selon leurs capacités

La pratique consistant à répartir les élèves en différentes classes, pour une ou plusieurs matières, selon une certaine mesure de leurs aptitudes scolaires, est très commune dans les écoles secondaires de premier cycle du Canada. Bien qu'on y ait recours pour plusieurs disciplines, c'est en mathématiques qu'elle semble la plus fréquente.

Les effets des divers systèmes de répartition des élèves par niveaux différents ont été étudiés de manière approfondie, et les conclusions des recherches sont tout à fait claires : le seul type de regroupement bénéfique aux élèves est celui qui réunit les élèves doués. Rassembler dans les mêmes classes tous les élèves « peu doués » ou « lents » s'est révélé particulièrement stérile, car cela accroît encore l'écart entre les groupes.

L'un des arguments par lesquels les professeurs justifient fréquemment la formation de groupes de niveaux différents est que leur enseignement serait plus efficace si les aptitudes des élèves de leur classe étaient moins différentes. Ce pourrait être le cas s'il était possible d'évaluer avec exactitude le niveau d'aptitude d'un élève, mais il est extrêmement improbable qu'on y parvienne au niveau de l'école et sans avoir recours à des procédures d'évaluation très complexes. En outre, l'exemple de pays tels que la France et le Japon nous prouve que l'enseignement des mathématiques à des classes hétérogènes donne de très bons résultats dans le premier cycle du secondaire.

Beaucoup de professeurs estiment que le contenu du programme de mathématiques des classes de formation générale n'est pas adapté aux élèves qui n'ont pas l'intention d'aller au collège ou à l'université. Le danger à cet égard serait que beaucoup d'élèves soient mal évalués et orientés vers des programmes terminaux de niveau insuffisant qui restreignent sérieusement leurs choix, tant en matière d'études que de carrière.

Conclusion

Bien que limitée à deux provinces, la participation du Canada à la Deuxième Enquête internationale sur les mathématiques nous a permis de rassembler de précieuses informations comparatives sur notre système d'éducation. Le fait qu'un organisme tel que le Conseil économique du Canada veuille en savoir davantage sur les résultats de l'enquête est encourageant, car il souligne l'importance que revêt l'éducation pour tous les Canadiens. Si nous voulons offrir à nos enfants le meilleur système possible en ce domaine, nous devons considérer la recherche pédagogique comme une priorité nationale. En effet, seule la recherche rendra possible les améliorations que nous souhaitons tous.

L'Association internationale pour l'évaluation du rendement scolaire a décidé de répéter périodiquement certaines de ses enquêtes, et cette décision concerne notamment les mathématiques et les sciences, ainsi que l'expression écrite. La collecte de données pour la Troisième Enquête internationale sur les mathématiques est prévue pour l'année scolaire 1993-1994, et l'on espère qu'une participation véritablement canadienne pourra être organisée à cette occasion.

Des travaux préparatoires sont entamés en vue de cette troisième enquête, et les spécialistes s'emploient à déterminer les variables pertinentes. Les organismes qui, tel le Conseil économique du Canada, pourraient souhaiter que des questions relatives aux variables présentant un intérêt pour eux soient incluses dans les tests, ou que d'autres instruments soient utilisés pour l'enquête, sont invités à se mettre en rapport avec l'auteur de la présente étude.

Blank page 44

Liste des tableaux, graphiques et figure

Tableaux

1	Structure de la population A	8
2	Données relatives aux enseignants de la population A	9
3	Taux de persévérance scolaire – Population B	11
4	Structure de la population B	13
5	Données relatives aux enseignants de la population B	13

Graphiques

1	Performance globale – Population A	19
2	Résultats obtenus aux différentes sections du test – Population A	22
3	Performance globale – Population B	27
4	Résultats obtenus aux différentes sections du test – Population B	28
5	Taux de persévérance scolaire et résultats	30
6	Performance des élèves dans l'enquête de l'ETS	33

Figure

1	Cadre de la Deuxième Enquête internationale sur les mathématiques	3

Bibliographie

ASSOCIATION INTERNATIONALE POUR L'ÉVALUATION DU RENDEMENT SCOLAIRE (IEA), *Science Achievement in Seventeen Countries*, Oxford (R.-U.), Pergamon Press, 1988.

COCKROFT, W. H., *Mathematics Counts: Report of the Committee of Inquiry into the Teaching of Mathematics in Schools*, Londres, HMS, 1982.

GARDEN, R. A., *Second International Mathematics Study: Sampling Report*, Washington (D. C.), Center for Education Statistics, 1987.

GOODLAD, J. I., *A Place Called School*, New York, McGraw Hill, 1984.

GORMAN, T. P., et collab., *The IEA Study of Written Composition*, vol. 1, Oxford (R.-U.), Pergamon Press, 1988.

HUSÉN, T. (éd.), *International Study of Achievement in Mathematics*, vol. 1 et 2, New York, John Wiley & Sons, 1967.

KEITEL, C., « Mathematics education and technology », *For the Learning of Mathematics* 9, n° 1 (1989) : 7-13.

KULIK, C. L. et J. A. KULIK, « Effects of ability grouping on secondary school students: A meta-analysis of evaluation findings », *American Educational Research Journal* 19 (1982) : 415-427.

LAPOINTE, A. E., et collab., *A World of Differences: An International Assessment of Mathematics and Science*, Princeton (N. J.), Educational Testing Service, 1989.

MCKNIGHT, C. C., et collab., *The Underachieving Curriculum: Assessing U.S. School Mathematics from an International Perspective*, Champaign (Il.), Stipes Publishing Company, 1987.

MILLER, D. et R. LINN, « Cross-national achievement with differential retention rates », document inédit préparé pour le National Center for Education Statistics, United States Department of Education, 1985.

PEAKER, G. F., *An Empirical Study of Education in Twenty-One Countries: A Technical Report*, Stockholm, Almqvist & Wiksell – New York, John Wiley, 1975.

RADWANSKI, G., *Ontario Study of the Relevance of Education and the Issue of Dropouts*, Toronto, ministère de l'Éducation, 1987.

ROBITAILLE, D. F. et R. A. GARDEN, *The IEA Study of Mathematics II: Contexts and Outcomes of School Mathematics*, Oxford (R.-U.), Pergamon Press, 1989.

ROBITAILLE, D. F., et collab., *Curriculum in the Schools of British Columbia. Commissioned Papers*, vol. 3, Victoria (C.-B.), The British Columbia Royal Commission on Education, 1988.

RYAN, D. W. et L. W. ANDERSON (éd.), « Rethinking research on teaching: Lessons learned from an international study », *Evaluation in Education* 8 (1984).

SULLIVAN, B. S., *A Legacy for Learners: The Report of the Royal Commission on Education*, Victoria (C.-B.), The Queen's Printer, 1988.